

한국모바일학회 논문지

제 7 권 제 1 호 2010년 6월 30일

목 차

- 복잡한 배경을 위한 얼굴 영역 추출 전영철, 홍사웅, 신현덕, 김강 / 3
- 개인용 의료기기를 위한 통합 인터페이스 신현덕, 홍사웅, 전영철 / 9
- 우편 물류 자동화를 위한 RFID 응용 시스템 박정현, 박종홍 / 15
- 모바일 체험관에서 고객참여가 서비스접점만족에 미치는 영향 김미지, 정연만 / 23
- 단일 카메라의 영상분리를 이용한 이동체의 거리계측 강성윤, 김윤호 / 30
- 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 설계 김진봉 / 38
- 특이치 분해를 이용한 관성항법시스템의 고장검출 및 분리 기법과
 성능 분석 양철관, 신현덕 / 44
- Binary CDMA 프로토콜 분석 및 표준화에 관한 연구 정성훈, 양규식 / 53
- MVC와 AJAX 기반의 센서 모니터링 시스템
 임하수, 오수열, 조성의, 안동순, 김종화, 박경우, 이영호 / 65
- 스택 안정화된 나노 운영체제 커널구현 이동명 / 75
- 지문영상에 대한 개선된 세션화 방법과 특징추출 기법 차승윤 / 82

SMT

사단법인 한국모바일학회

Society of Mobile Technology

<http://www.smt.or.kr>

Journal of Society of Mobile Technology

VOLUME 7, NUMBER 1, JUNE 30. 2010

Contents

- Face Region Extraction for Complex Background
..... Young-Cheol Jeon, Sa-Woong Hong, Hyun-Deok Shin, Kang Kim / 3
- Integrated-Interface for Personal Medical Devices
..... Hyun-Deok Shin, Sa-Woong Hong, Young-Cheol Jeon / 9
- RFID Application System for Automation of Postal Logistics
..... Jeong-hyun Park, Jong-Heung Park / 15
- A Study on Effect of Service Encounter through Customer Participation
in Mobile Flagship Store Mi Ji Kim, Yeon-man Jeong / 23
- Distance Measurement of Moving objects with an Image Separation
Method Sung-Yun Kang, Yoon-Ho Kim / 30
- The Modeling of Seat Assignment Reservation System
for Digital Library Jin-Bong Kim / 38
- Fault Detection and Isolation using Singular Value Decomposition
for Inertial Navigation System Cheol-Kwan Yang, Hyun-Deok Shin / 44
- A Study on Binary CDMA Protocol Analysis and Standardization
..... Sung-Hun Jung, GyuSik Yang / 53
- A Sensor Monitoring System Based on MVC and AJAX Lim Ha Soo,
Oh Soo Lyul, Cho Sung Eui, Ahn Dong Soon, Kim Jong Hwa, Park Kyung Woo, Lee Young Ho / 65
- Implementation of Stack-Safe Nano OS Kernel Dong Myung Lee / 75
- Processing Technique of Enhanced Thinning Method and Extract Feature
for Fingerprint Image Seung-Yoon Cha / 82

SMT

Society of Mobile Technology

<http://www.smt.or.kr>

복잡한 배경을 위한 얼굴 영역 추출

Face Region Extraction for Complex Background

전영철*, 홍사웅*, 신현석**, 김강***

Young-Cheol Jeon*, Sa-Woong Hong*, Hyun-Deok Shin**, Kang Kim***

요 약

얼굴 검출 작업은 얼굴인식 및 추적, 표정과 포즈 추정을 위한 전처리 기술로서 얼굴 특징점 정보 획득의 중요성은 점점 커지고 있다. 이 논문은 아무런 제약을 가하지 않은 복잡한 배경을 포함하는 비전형적인 영상에서 복잡한 배경과 조명을 처리하기 위한 전처리 과정을 한 후에 색상정보를 이용하여 얼굴의 후보 영역을 추출하였다. 추출 후 얼굴 영역이 아닌 부분을 제거하여 최종 얼굴 영역을 추출하였다. 얼굴 인식을 위하여 추출된 얼굴영역과 특징점을 합성하여 인식을 위한 기반으로 사용할 수 있게 하였다.

Abstract

The importance of face detection work as a former treatment technology to recognize and track a face and presume facial expression and pose becomes increased for the information acquisition about the characteristics of a face. This study extracted facial potential areas by using color information after former treatment processes to handle complex backgrounds and lighting in atypical images including complex backgrounds to which no limit was applied. After extraction, not facial area but other parts were removed to extract a final facial area. Facial areas and characteristics extracted for facial recognition were composed to be used as a basis for recognition.

Keywords : 얼굴영역(Face Region), 추출(Extraction), 복잡한 배경(Complex Background)

1. 서 론

얼굴영역 검출에 관한 다양한 접근 방법에는 신경망, 기계 학습, 템플릿 매칭, 휴 변환 등이 있으며 최근에는 얼굴 구성요소에 기반을 둔 검출 방법이 소개되었다.

얼굴 검출은 이러한 시스템을 만들기 위한 첫

번째 단계로써, 정확하게 검출해내는 것이 분야에서 가장 중요한 비중을 차지한다. 따라서 성공적인 얼굴 검출을 위한 방법론이 필요하다. 얼굴검출 작업은 얼굴인식 및 추적, 표정과 포즈 인식을 위한 전처리 기술로서, 얼굴의 존재여부 판별 및 얼굴 특징점 정보 획득의 중요성은 점점 커져가고 있으며, 그 동안 다양한 얼굴검출 방법들

* 관동대학교 컴퓨터학과*, 안산1대학 웹 컴퓨터과**, 강원관광대학 관광정보처리과***

• 제1저자(First Author) : 전영철, 교신저자(Corresponding Author) : 김강

• 접수일자 : 2010년 1월 19일, 2010년 2월 26일 심사완료

이 소개되어 왔다.

과거의 얼굴 검출 작업은 주로 Gray scale 영상을 대상으로 진행되었지만 최근에는 컬러 영상을 대상으로 작업이 진행되고 있다. 얼굴 검출 방법을 크게 두 부류로 구분해 보면 특징 기반 방법과 분류 기반 방법으로 나눌 수 있다.

이 논문은 아무런 제약을 가하지 않은 복잡한 배경을 포함하는 비전형적인 영상에서 복잡한 배경과 조명을 처리하기 위한 전처리 과정을 한 후에 색상정보를 이용하여 얼굴의 후보 영역을 추출하였다.

추출 후 얼굴 영역이 아닌 부분을 제거하여 최종 얼굴 영역을 추출하였다. 얼굴 인식을 위하여 추출된 얼굴영역과 특징점을 합성하여 인식을 위한 기반으로 사용할 수 있게 하였다.

2. 관련연구

일반적으로 얼굴인식의 단계는 크게 얼굴영역 검출, 얼굴특징 추출[1,2] 그리고 얼굴인식의 세 가지 단계로 나눌 수 있으며, 얼굴 영역을 먼저 찾고 특징점 구성 요소를 추출하여 최종 분류와 인식으로 수행되어진다. 얼굴영역을 검출하는데 사용될 수 있는 정보는 크게 모양, 명암도, 색상, 움직임 정보 등으로 나눌 수 있다[3]. 모양 정보를 사용하는 방법[4], 신경망을 사용하는 방법[5,6], K-L 변환을 이용하는 방법[7] 등이 제안되었다.

하지만 이런 방법들은 얼굴이 거의 정면인 경우 적용이 가능하고 얼굴의 크기와 방향, 얼굴 이외의 배경에 대해 결과가 많은 영향을 받는 단점을 가지고 있다. 얼굴 영역 검출의 초기 단계에 많이 사용되어진 명암정보는 윤곽선(Edge) 추출 시 잡음에 민감하고 복잡한 배경으로부터 특징추출이 어렵다.

이에 본 논문은 잡음에 민감하고 조명과 배경이

매우 복잡한 비 전형적인 영상을 가지고 배경에 강인한 얼굴영역과 얼굴 특징점을 추출하는 것을 제안하고자 한다. 제안한 얼굴 인식의 흐름도는 그림 1과 같다.

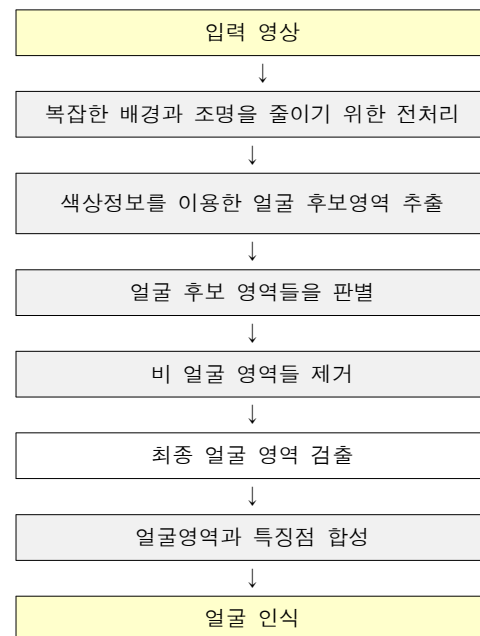


그림 1. 얼굴인식 흐름도

Fig. 1. Diagram of Face recognition

가. 입력영상

입력 영상은 디지털 카메라와 CCD 카메라를 이용하여 컬러 영상을 획득하였으며, 배경이 매우 복잡한 비전형적인 이미지들을 사용하였다. 예제 입력 영상은 그림 2와 같다.



그림 2. 예제 입력 영상

Fig. 2. Sample of input image

나. 복잡한 배경과 조명의 영향을 줄이기 위한 전처리

영상에서 얼굴 검출을 하는데 조명의 변화나 복잡한 배경은 아직까지 완벽히 해결되지 않는 과제다.

일반적으로 조명의 변화나 복잡한 배경을 해결하기 위한 접근법은 크게 세 가지로 나뉜다. 첫째는 외관의 변하지 않는 특징을 이용하는 방법이고, 둘째는 일정 변화의 정도를 미리 모델링하여 학습된 정보를 가지고 판단하는 방법이고, 마지막은 어떤 정규화 된 형식에서의 이미지를 이용해 새로운 이미지를 정규화 시키는 방법이다. 본 논문에서는 마지막 방법인 정규화 형식을 이용한 방법 중에서 히스토그램 평활화와 감마 크기 보정 방법을 이용해서 영상을 정규화 하였다[8].

감마 보정은 컴퓨터 그래픽 분야에서 일반적으로 사용되는 기술로써, 감마 계수를 변화시켜 미리 정의된 정규의 얼굴 이미지로 주어진 영상의 전체적인 밝기를 수정하는 방법이다. 이 방법을 사용하면 조명의 영향을 받지 않은 정규의 얼굴 이미지 I_0 를 정의하고, 배경 상태의 얼굴 이미지 I 가 주어졌을 때, 정규화 영상 I' 를 얻을 수 있다. 이 때 x, y 는 특정 화소의 좌표이며

$$I'_{xy} = G(I_{xy}; Y^*) \quad (1)$$

감마 계수 Y^* 는 식 (2)와 같이 변환된 이미지, I'_{xy} 와 정규의 이미지 I_0 사이의 값이 최소가 되는 값으로 결정된다.

$$Y^* = \underset{Y}{\operatorname{argmin}} \sum_{x,y} [G(I_{xy}; Y) - I_0(x,y)]^2 \quad (2)$$

또한 감마 변환은 식 (3)과 같다. c 는 그레이 stretch 변수, Y 은 감마계수다.

$$G(I_{xy}; Y) = c \cdot I_{xy}^{\frac{1}{Y}} \quad (3)$$

감마 보정된 결과 영상들은 그림 3과 같다.



그림 3. 감마 보정 결과 영상들

Fig. 3. Result images of gamma correction

다. 얼굴 후보 영역 추출

RGB 영상에는 색상 정보와 더불어 휘도 성분도 포함되어 있기 때문에 색상 정보만을 얻기 위해 RGB 영상을 YC_bC_r 컬러 모델로 변환하여 처리하면 조명과 복잡한 배경에 덜 민감하게 된다.

이 논문은 그림 2-4와 같이 피부색조 영역을 판별해내기 위해 YC_bC_r 공간을 선택하였다[9,10]. YC_bC_r 컬러 공간에서 Y 는 휘도성분을, C_b 와 C_r 은 각각 파란색과 붉은색이 강조된 색도정보를 나타낸다. 즉 휘도와 색도 정보를 분리시킬 수 있고, 피부색조 영역을 압축시켜 준다는 점에서 얼굴검출 작업에 적합하다(6,9). YC_bC_r 컬러공간은 ITU-601 표준으로 RGB 공간과의 변환은 식 (4)와 같다.

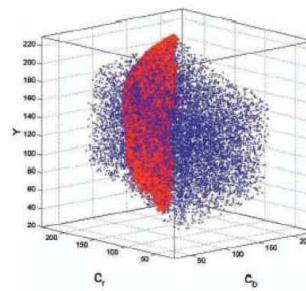


그림 4. YC_bC_r 칼라 공간

Fig. 4. The YC_bC_r color space

$$\begin{aligned} Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\ Cb &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \\ Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B \end{aligned} \quad (4)$$

$$F(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (100 \leq C_b \leq 140 \leq (140 \leq C_r \leq 170)) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

피부색조 영역의 분할은 C_b 와 C_r 을 대상으로 식 (5)와 같이 수행한다. 여기서 $F(x, y)$ 는 피부색조의 결정된 이진영상이다. 그림 5는 색도정보를 이용하여 얼굴 영역의 후보를 표시한 영상으로 후보 영역이 단일일경우도 있으나 복잡한 배경 내에서는 여러 개의 후보가 있을 수 있다.

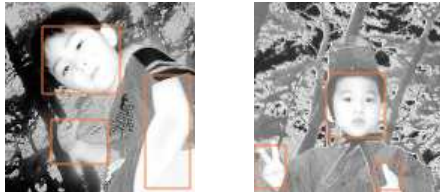


그림 5. 색도정보를 이용한 얼굴 후보 영역

Fig. 5. Face candidate region using Chrominance Components

라. 최종 얼굴 영역 추출

얼굴 영역을 검출하기 위해서는 후보 얼굴 영역이 얼굴인지를 판별하는 과정이 필요하다. 후보 얼굴 영역으로 피부색과 비슷한 다른 영역이 검출될 수도 있기 때문에 본 논문에서는 얼굴 요소 중 눈과 눈썹의 위치정보와 색깔 정보를 이용하여 최종 얼굴 영역을 검출할 수 있도록 판별 조건을 구성하였다. 위치정보의 조건은 그림 6과 같이 표현할 수 있다[11].

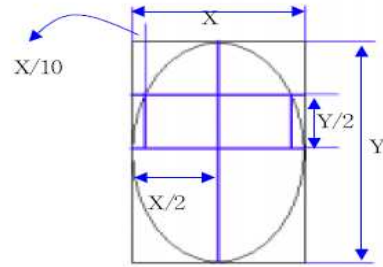


그림 6. 얼굴 비율

Fig. 6. Face ratio

눈은 얼굴의 중심 세로축을 기준으로 좌우 대칭이 되고 가로 중심축을 기준으로 상위 $\frac{Y}{2}$ 영역에 있다고 가정한다. 눈의 색깔은 피부색과 확연히 구분되는 픽셀을 찾고 비율을 구하여 임계치보다 높으면 눈으로 가정한다. 첫 번째 조건을 만족하고 두 번째 조건을 좌우 모두 만족한다면 이때의 후보 영역을 얼굴 영역이라 결정한다. 그림 7은 최종 얼굴 영역이다.

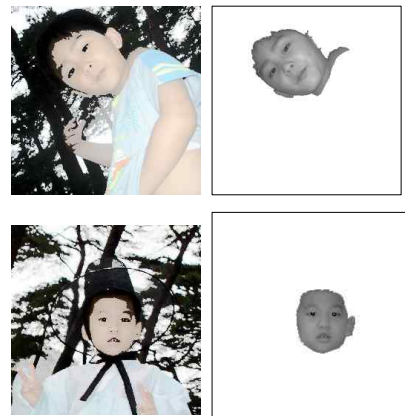


그림 7. 얼굴 영역 추출

Fig. 7. Extract of face region

3. 실험

입력 영상은 디지털 카메라와 CCD 카메라를 이용하여 영상을 획득하였으며, 매우 복잡한 배경이

들어간 비전형적인 칼라 이미지 100개를 가지고 첫 번째로 복잡한 배경과 조명을 처리하기 위하여 전처리를 하였으며, 색도정보를 이용하여 얼굴영역의 후보 영역을 검출하였다. 얼굴 후보 영역들을 판별하여 얼굴이 아닌 영역을 제거하여 최종 얼굴영역을 검출하였다.

일반적으로 비전형적인 이미지는 주변 배경에 따라서 얼굴 영역 추출에 많은 영향을 미치나 본 실험에서는 매우 복잡한 비전형적인 이미지에 매우 강인함을 보였다. 얼굴영역의 검출은 배경이 매우 복잡하고 후보 영역이 5개 이상일 때 추출에 실패를 하였으나, 그 외는 매우 높은 검출률로 복잡한 배경에 매우 강인함을 보였다. 얼굴 영역의 검출 현황은 표 1과 같고 그래프는 그림 8과 같다.

표 1. 얼굴 영역 검출현황 (단위:개)

Table 1. Extract status of face region(unit:ea)

얼굴 후보 영역 수	얼굴 영역 검출 수	미검출수	검출율
후보영역 1	20	0	100%
후보영역 2	20	0	100%
후보영역 3	19	1	95%
후보영역 4	19	1	95%
후보영역 5이상	18	2	90%

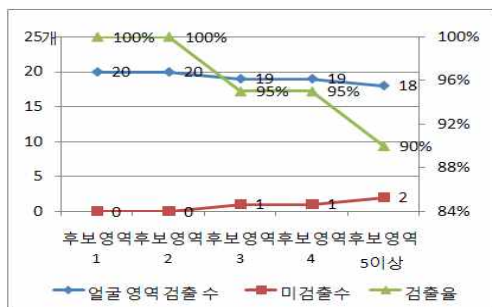


그림 8. 얼굴 영역 검출 현황 그래프

Fig. 8. Extract status graph of face region

4. 결 론

현재 얼굴 검출은 매우 활발한 연구 분야이며 기술도 지속적으로 발전하고 있다. 이 논문은 배경이 매우 복잡하고 잡음이 있는 비 전형적인 영상을 가지고 복잡한 배경과 조명을 처리하기 위한 전처리 과정을 한 후에 색상정보를 이용하여 얼굴의 후보 영역을 추출하였다. 실험 결과는 복잡한 배경에 매우 강인함을 보이며 얼굴 영역의 높은 추출률을 보였다. 낮은 품질의 영상과 혼잡한 배경이 포함된 영상들을 다루는 특징 기반 및 이미지 기반에서 많이 이용되리라 기대한다. 차후 보이지 않는 특징점이나 텍스처의 복원 또한 실시간에도 적용될 수 있는 방법을 모색하고 원거리의 비전형적 이미지에도 적용된다면 많은 분야에 적용될 것이라 기대한다.

5. 참고 문헌

- [1] 유호섭, 소정, 왕민, 민병우, "고립영역 분석에 의한 얼굴 요소 추출", 정보과학회논문지(B) 제23권 제7호, 1996
- [2] 장경식, "다해상도 영상을 이용한 얼굴 구성요소 추출", 정보처리학회논문지 제6권 제13호, 1999
- [3] Rama Chellappa, C.L. Wilson, and S. Sirohey, "Human and Machine Recognition of Faces : A Survey," Proc.IEEE, Vol.83, No.5, pp.705-740, May, 1995
- [4] G. Yang, T. Huang, "Human Face Detection in a Complex Background," Patt. Recog., Vol.27, No1. pp53-63, 1994.
- [5] Paul Juell and Ron Marsh, "A Hierarchical Neural Network for Human Face Detection," PR, Vol.29, No.5, pp.781-787, 1996
- [6] H. A. Rowley, S. Baluja and Takeo Kanade, "Neural Network-based Face Detection," Proc. IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp203-208, 1996
- [7] M. Turk and A. Pentland. "Eigenfaces for Recognition," Journal of Cognitive Neuroscience.

Vol.3, No1, pp.71-86, 1991.

- [8] 정준호, 나상일, 이정호, 신민철, 정동석, “다양한 조명 조건에서의 기하학적 밝기분포 마스크와 색상모델을 이용한 얼굴검출”, 한국정보과학회 2005 추계학술대회 VOL.32 NO.02 pp.0913~0915, 2005.11
- [9] M. Park, C.W. Park and W.H. Kim, "Skin Color Extraction in Varying Backgrounds and Illumination Conditions", ICCAS2001, 2001.
- [10] R.-L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, and A.K. Jain, "Face Detection in Color Images", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine intelligence, vol. 24, no. 5, pp. 696-706, May. 2002.
- [11] 박선영외 4인, "영역 분할을 이용한 얼굴 영역 검출", 한국정보과학회 2004년 춘계학술대회 VOL. 31 NO. 01 pp. 0712 ~ 0714, 2004.04

김강 (Kang Kim)



- 숭실대학교, 석사
- 대전대학교, 박사
- 현재 : 강원관광대 관광정보처리과 교수

관심분야 : 보안, 영상처리

전영철 (Young-Cheol Jeon)



- 관동대학교, 학사
- 관동대학교, 석사
- 현재 : 관동대학교 강사

관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 로봇공학, 보안

홍사웅 (Sa-Woong Hong)



- 관동대학교, 석사
- 관동대학교, 박사
- 현재 : 강릉아산병원 기획팀 의료정보Unit 재직 중

관심분야 : 의료정보, 헬스케어, 패턴인식

신현덕 (Hyun-Deok Shin)



- 관동대학교, 석사
- 관동대학교, 박사
- 현재 : 안산1대학 웹 컴퓨터과 전임 강사

관심분야 : 시스템소프트웨어, 프로그램 최적화, 영상처리

개인용 의료기기를 위한 통합 인터페이스

Integrated-Interface for Personal Medical Devices

신현덕*, 홍사웅**, 전영철**

Hyun-Deok Shin*, Sa-Woong Hong**, Young-Cheol Jeon**

Abstract

The advances in the high speed computer, internet, wireless communication, high capacity storage, portable computer and electronic health record enables highly effective healthcare including home health care and the cooperative inter-hospital health care. We made Integrated-Interface to save its result and to manage the personal devices have different data protocol. Integrated-Interface has the purpose, which to systemize transporting, linkage and sharing Medical Information System from the output of recent personal medical devices, standard transmittal from HL7.

Keywords : 헬스케어(healthcare), 인터페이스(Interface), 의료장비(medical device)

I. 서 론

1.1 연구내용

의료용 검사장비의 인터페이스는 수집된 검사 정보의 효율적인 관리를 위한 중요 기술이다. 의료장비는 대부분이 종이 형태의 결과지를 출력하고 있으며, 결과정보의 공유에 대해 기본적인 면에서 많은 문제점을 가지고 있다. 결과지의 의료 정보데이터를 전산화하여 병원내부에서 공유하고 활용하기 위해서는 표준화된 통신 프로토콜이 있어야 한다 [2, 5].

본 논문에서는 검사장비의 통신 프로토콜을 분석하여 의료 장비회사 마다 다양한 인터페이스를 HL7 프로토콜을 이용한 표준화 설계 방법을 제안한다. 이 표준은 U-Health 의료시스템에 맞도록

검사정보시스템 장비의 데이터를 통합관리하고 처방전달시스템과의 원활한 연동을 통해 정확하고 신속한 검사결과를 공유할 수 있도록 이질적인 의료장비 검사 데이터를 통합할 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 이론적 배경

ASTM(American Society of Testing and Material)은 미국에서 통신 프로토콜 규약의 표준을 정한 것으로, 그중에 E1381-91(Specification for Low-Level Protocol to Transfer Message Between Clinical Laboratory Instruments and Computer System) 과 E1394-91 (Standard Specifications for Transferring Information Between Clinical Instruments and Computer

* 안산1대학 웹 컴퓨터과, ** 관동대학교 컴퓨터학과

• 제1저자(First Author) : 신현덕, 교신저자(Corresponding Author) : 신현덕

• 접수일자 : 2010년 1월 25일, 2010년 3월 5일 심사완료

System) 이 자동화 검사장비의 통신규약이다.

HL7(Health Level 7 : 의료정보 교환 표준규약)은 헬스케어 분야에서 운영되는 미국표준협회(American National Standards Institute (ANSI))의 여러 승인된 표준개발기구(credited Standards Developing Organizations (SDOs)) 중에 하나이다. 대부분의 SDOs는 약품, 의료장비, 이미징 또는 보험처리(청구처리과정(claims processing))와 같은 특정한 헬스케어 영역을 위한 프로토콜을 제정하고 있다. HL7의 관심 영역은 임상 그리고 경영 데이터로 HL7 협회에서는 “임상 환자 치료와 관리, 헬스케어 서비스들의 전달과 평가를 도와주는 데이터의 교환, 관리 그리고 집약을 위한 표준을 제공하는 것이다.”라고 정의하고 있다.

최근에 우리나라에서는 의료기관이나 IT업체에서도 정보교환의 중요성을 인식하여 HL7을 이용하여 의료정보 시스템 연동이나 병원간 의료정보 교환에 HL7 도입을 추진하고 있다.

RS-232C는 EIA(Electronic Industries Association : 미국 전자 공업 협회)가 정한 규격으로 직렬통신(Serial Communication)을 사용하는 방식으로 여러 비트를 한 비트씩 나열하여 전송하는 방식으로 장거리 전송에 많이 사용되며 전송로의 비용을 저렴하게 구성할 수 있고, 직렬로 이어진 이진 데이터를 교환하는 데이터 터미널 장비(DTE)와 데이터 통신 장비(DCE)간의 인터페이스 제반사항을 규정한 것이다. RS232는 1:1 통신만 가능한데 이 한계를 극복하기 위해 RS422(1:N), RS485(N:N)이 사용된다. 데이터 교환을 위해 컴퓨터와 분석 장비 또는 장비간의 연결시 하드웨어적, 소프트웨어적 환경을 반듯이 서로 일치시켜야만 데이터 송수신이 가능하다. 하드웨어적 환경은 주로 신호선 접속 환경에 관한 것이고 전송속도, 데이터 길이, 오류제어 등은 소프트웨어적 환경에서 다루어진다. 데이터의 송수

신 방식에 따라 양방향 방식과 단방향 방식으로 나눌 수 있다. 대부분의 의료장비에서는 RS-232 방식을 가장 많이 채택하고 있으며, 개인용 의료 기기에서는 단방향 방식을 주로 사용하고 있다.

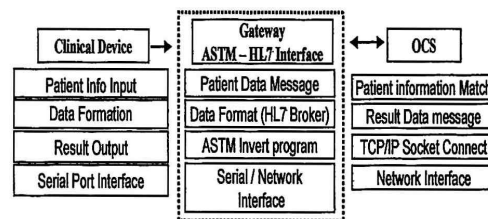
II. 의료검사장비의 데이터 처리 방식

2. 1 정보입력 및 결과처리 형태

임상검사장비의 정보입력과 결과의 출력은 대부분이 검사장비별로 독립적으로 이루어진다. 의료장비에 독립적으로 연결되어 있는 컴퓨터를 통해 이루어진다. 따라서 검사장비가 추가되는 경우 개별적인 운영형태가 되고 기존의 결과 출력 방식과 달라 전체적인 정보전달에서 신뢰성과 정확성 등 데이터의 손실이 일어날 수 있어 여러 문제점을 초래 할 수 있다. 환자정보입력에 있어서는 수동 입력 형태를 취하고 있으며, 결과지는 대부분이 종이형태의 독자적인 포맷으로 출력되고 있다[1].

2.2 인터페이스 게이트웨이와 메시지 변환

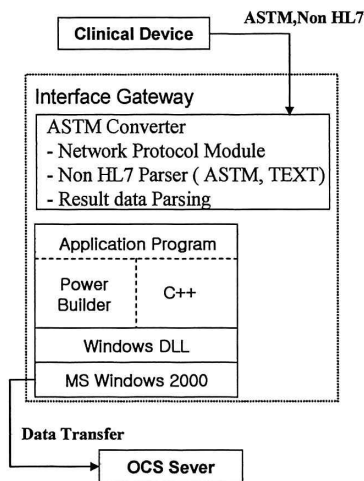
임상장비의 데이터 연결은 그림 1과 같이 시리얼 포트에서 신호를 분석하여 ASTM메시지 파일 형태로 전송받고 기본적인 환자정보는 수작업으로 입력을 시킨 다음 통합 인터페이스 게이트웨이에서 환자정보와 매칭 시키고 변환 프로그램에서 메시지로 OCS(Order Communication System)으로 전송된다[6].



[그림 1] Clinical device serial communication.

검사장비에서는 ASTM 메시지와 HL7 메시지 사이의 매핑이 요구된다. ASTM 프로토콜을 이용하여 각 구성요소의 메시지 정의와 같은 형태로 변환한다. 병원정보시스템에서는 환자정보와 처방정보를 가지는 테이블과 결과 정보를 가지는 테이블로 분리하여 저장한다.

의료검사장비에서 발생하는 ASTM메시지를 변환하여 결과를 작성, 전송하는 시스템의 가장 중요한 관점은 프로그램의 호환성이다. 단순히 검사장비의 변환 인터페이스를 통해 접속한 경우는 타장비가 도입된 경우 동일한 과정과 변형이 필요하여 또 다른 독립된 시스템을 추가 한 것과 같다 [3, 4].



[그림 2] Clinical Device Interface Diagram.

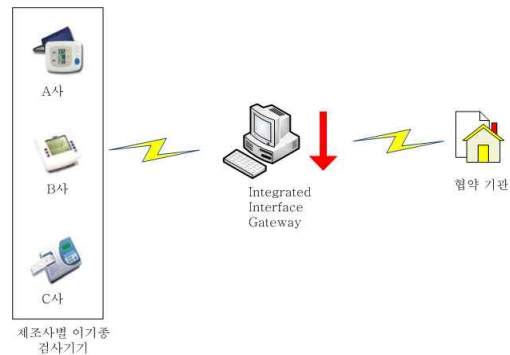
검사장비의 데이터 처리는 그림 2에서와 같이 시리얼통신으로 전달되어 통합된 검사데이터가 병원정보시스템으로 전달된다. 게이트웨이에서 환자정보를 등록하고 수정하는 작업이 가능하여 OCS의 정보와 매칭이 되도록 한다[1].

III. 프로토콜 분석 및 설계

3.1 통합 인터페이스 설계 개요

개인용 의료기기는 제조사별로 각자 다른 프로토콜을 사용하기 때문에 제조업체간 또는 모델간 데이터 호환성이 떨어진다. 따라서 각자 다른 프로토콜을 사용하는 개인용 검사기기를 송, 수신하기 위해서는 다른 프로토콜을 사용하는 검사기기 수만큼 인터페이스가 필요하다.

아래 그림 3은 각각의 제조사별 다른 프로토콜을 사용한 개인용 검사기기를 통합 인터페이스(Integrated Interface) 시스템에서 수신하여 표준화된 프로토콜로 변환하여 협약기관에 전송하는 개략도를 나타낸다.

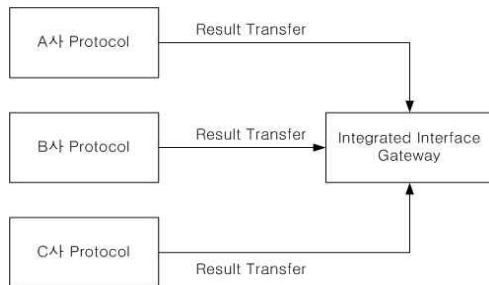


[그림 3] 통합 인터페이스 구축 개략도

3.2 통합인터페이스 설계 절차

- ① 통합 인터페이스를 구현하기 위해 개인용 검사기기의 인터페이스 속성에서는 전송 속도, 데이터전송 비트수, 정지 및 패리티 비트 형태, 시그널 접속방식 등의 통신 접속환경 분석
- ② 각 개인용 검사기기의 특성에 맞게 통신환경 구축
- ③ 각 제조사의 프로토콜에 따른 프레임 분석
- ④ 프레임에서 필요한 기기 식별 및 데이터 필드 추출
- ⑤ 추출된 데이터 저장 모듈 제작
- ⑥ 의료 기관 또는 다른 서버로 전송 모듈 제작 (HL7 Protocol 준수)

3.3 제조사별 측정치 전송



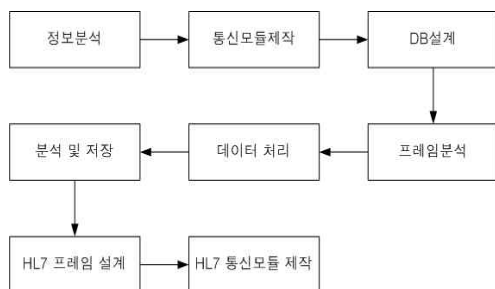
[그림 4] 기기별 전송 흐름도

그림 4는 제조사별 이기종 검사기기의 측정 데이터 전송 흐름을 나타낸다.

- 전송 : 각 기기로부터 측정된 결과를 다른 프로토콜 형태로 전송
- 수신 : 통합 인터페이스에서 전송된 데이터 수신
- 추출 : 통합 인터페이스에서 수신된 프레임에서 필요한 데이터 추출
- 관리 : 데이터 검증위해 정도관리 실시/검증된 데이터를 데이터베이스에 저장

3.4 통합 인터페이스 구축

아래 그림 5에서는 통합 인터페이스 구축을 위한 과정을 나타낸다.



[그림 5] 통합 인터페이스 구축 과정

1단계 : 각 제조사별 개인용 검사기기 정보 수집

- 통신방식 (RS-232C, TCP/IP 방식, Wireless 방식 등)
- 검사 종류 및 측정치 결과 검증 방법
- 프레임 분석

2단계 : 통신 모듈 제작

- RS-232C 통신 환경 설정 및 데이터 송·수신 모듈 제작
- TCP/IP 방식 또는 Wireless 통신 방식의 송·수신 모듈 제작

3단계 : 데이터베이스 설계

- 각 기기별 통신 방식 및 환경 저장 위한 Table 설계
- 각 기기별 프레임의 각 필드의 속성과 특성에 따른 Table 설계
- 기기로 전송받은 데이터 저장위한 Table 설계

4단계 : 데이터 처리

- 각 기기로부터 데이터 수신
- 수신된 데이터에서 각 기기 식별
- 식별된 기기로 데이터베이스에서 프레임 정보 검색
- 프레임 정보 분석
- 필요한 데이터 추출 (장비명, 결과, 단위, 일자, 시간 등등)
- 데이터 검증 (정도관리)
- 데이터 데이터베이스에 저장

5단계 : 데이터 전송

- 의료 데이터 전송 표준인 HL7 프로토콜 준수하여 송·수신 모듈 제작
- HL7 Message 설계
- HL7 Engine 설계

IV. 결 론

유비쿼터스의 기술적 잠재력은 사회적으로는 건강한 인간의 삶을 통해 보다 풍요로운 인생을 보장할 것이며, 경제적으로는 우리나라의 국가적 핵심 성장 동력으로 부각될 것이다. 지난 2000년 이후 우리사회에 Well-being 개념이 등장하면서 선진국형 생활 스타일에 대한 요구가 증대하고 있는 시점에서 Well-Being을 위한 행복한 삶과 질병이 없는 상태를 모두 포괄하는 개념으로 유비쿼터스 환경에서의 U-Healthcare가 미래의 중요 요소가 될 것이다.

따라서 최첨단 기술을 보유하고 있는 우리나라는 U-Healthcare 기술을 개발하여, 언제 어디서나 편리하게 건강관리와 의료서비스를 제공 받을 수 있는 시스템 개발에 박차를 가하고 있으며, 이는 우리나라의 미래를 책임질 핵심 동력 중 하나로 기대되고 있는 실정이다.

국내의 헬스산업은 세계 최고의 인프라를 바탕으로 빠르게 성장하고 있어 앞으로 의료분야의 막대한 혜택이 예상되며, 최근 건강에 대한 국민적 관심이 고조되고 있는 반면 고령화가 진행되고 있음을 볼 때 U-Healthcare산업의 생산물들은 일상에서 가장 중요한 역할을 책임지게 될 것이다.

세계 각 정부의 의료비 절감 노력은 결국 모든 의료기기의 정보 전달의 표준화로 이어지며, 경제력 있는 노인 인구의 증가로 u-Healthcare 분야의 산업 또한 현격히 촉진될 것이다. 따라서 u-Healthcare 장비나 생체 계측 장비의 정보 교환에서의 표준화로 의료장비 간 인터페이스 사업은 확장성과 이식성이 높아 전망이 밝을 것으로 전망된다.

본 논문은 가정용 u-Health 의료기기의 각기 다른 프로토콜을 수신하여 표준화된 프로토콜로 변환하거나 데이터베이스에 저장하여 관리하는

모델을 설계하였다.

따라서, 각 가정이나, 피트니스 센터, 요양원, 보육원 등 개인용 의료기기를 사용하는 어느 장소에도 사용이 될 수 있도록 하는 것에 설계의 초점을 두었다.

또한, 향후 개인용 의료기기에서 측정된 데이터를 가공하여 서비스하거나, 의료기관에서는 제조사나 각기 다른 모델에서 다른 프로토콜을 사용하여 발생하는 문제를 해결할 수 있고, 표준화된 데이터 구조를 처리함으로써 효과적인 환자 관리를 할 수 있다는 장점이 있다.

현재는 혈당기, 맥박 측정기, 심전계, 체중계, 온/습도계, 혈압계 그리고 호흡 측정기등 많은 의료기기에서 측정된 데이터가 단순한 결과로만 취급되지만, 이러한 시스템이 구축되면 정도관리나 데이터 축적을 통하여 가공된 정보로서 활용이 가능하리라 생각된다.

참고문헌

- [1] 김선철, “의료검사장비 표준 통합 인터페이스 구현을 위한 게이트웨이 설계”, 대한PACS학회지 2006;12:1-7, 2006
- [2] Chang Z, Mei S and Gu Z: Realization of integration and working procedure on digital hospital information system, Computed Standards & Interfaces, 25 : 529-537, 2003
- [3] Dick R, Steen E, Detmer D (eds). The computer-based patient record: an essential technology for health care, National Academy Press, Washington, DC, 1997
- [4] Dickinson DM, Ellison MD and Webb RL, Data sources and structure, Am J Transplant, 3(Suppl 4): 13-28, 2003
- [5] Matheny ME, Ohno-Machado L and Resnic FS, Monitoring device safety in interventional cardiology, JAMIA, 13(2): 180-187, 2006
- [6] Staes CJ and Huff, SM, “Development of an

information model for storing organ donor data within an electronic medical record, "JAMIA, 12: 357-363, 2005

신현덕 (Hyun-Deok Shin)



- 관동대학교, 석사
- 관동대학교, 박사
- 현재 : 안산1대학 웹 컴퓨터과 전임 강사

관심분야 : 시스템소프트웨어, 프로그램 최적화, 영상처리

홍사웅 (Sa-Woong Hong)



- 관동대학교, 석사
- 관동대학교, 박사
- 현재 : 강릉아산병원 기획팀 의료정보Unit 재직 중

관심분야 : 의료정보, 헬스케어, 패턴인식

전영철 (Young-Cheol Jeon)



- 관동대학교, 학사
- 관동대학교, 석사
- 현재 : 관동대학교 강사

관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 로봇공학, 보안

우편 물류 자동화를 위한 RFID 응용 시스템

RFID Application System for Automation of Postal Logistics

박 정 현*, 박 종 흥*

Jeong-hyun Park*, Jong-Heung Park*

요 약

본 논문에서는 우편 물류 환경에서 실시간 소포 처리 및 파렛 관리를 위한 RFID 기반 우편 물류 프로세스 및 우편용 RFID 응용 시스템 구조를 제시하였다. 또한 RFID 기술을 우정 물류 현장 도입에 앞서 사전에 문제점을 파악하여 그 해결 방안을 모색하고 시행착오를 줄이기 위해 제시한 RFID 응용 시스템 구조에 기반하여 우편 물류용 RFID 시스템 Testbed를 구축했고, 구축한 우편용 RFID 응용 시스템을 이용해 매체별 RFID 태그 인식 성능에 대한 현장 시험 결과를 보였다. 본 논문은 유비쿼터스 시대 핵심 기반 기술인 RFID 기술을 우편 물류 환경과 SCM에 확산 적용을 유도하는데 그 의의가 있다.

Abstract

In this paper, we suggest the postal logistics process and system based RFID which can be used for real time trace and track of parcel processing and pallet management. This paper also shows postal RFID application system testbed based on the proposed system architecture, and shows recognition performance of tag on parcel and pallet by speed and mounting tag material such as thin cans, water bottles, and paper using implemented postal RFID system to find the best solution for RFID adaptation in postal logistics environment. The contribution of this paper is to stimulate deployment of RFID technology for postal logistics service and SCM (Supply Chain Management).

I. 서 론

최근 미국, 독일, 호주 등 선진국에서는 RFID 기술 도입을 위한 Testbed 구축 및 RFID 기술 도입 타당성 연구 및 RFID 기반 우편 물류 프로세스 개선 연구가 증대하고 있으며, 또 유통, 국방, 조달, 우편 등 각 응용 분야에서 RFID 기술 도입 모델에 대한 연구가 진행되어 다가올 유비쿼터스 시

대에 핵심 기반 기술이 될 RFID 기술과 응용 기술 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다. 또한 RFID 기술 도입을 통한 우편 업무 현안 사항을 해결하고, 우편물 처리 정보의 자동화 및 효율화를 유도하고, 우편물 처리 정보의 연계화를 통한 우편 업무 소통 자동화 및 체계화를 가져오기 위해 우편 물류 환경에서 RFID 기술 도입 연구는 필연

* 한국전자통신연구원(ETRI)

• 제1저자(First Author) : 박정현, 교신저자(Corresponding Author) : 박정현
• 접수일자 : 2010년 2월 9일, 2010년 3월 2일 심사완료

적이라 할 수 있다. 현재 우편 업무의 현업 처리 환경인 우편 접수국/우편 집중국/우편 배달국에서 소포 처리 및 운송 용기 수불 관리 업무 처리가 대부분 수작업 혹은 반자동 형태의 육체 노동으로 이루어지고 있는 실정으로, 우편 업무 환경 개선과 자동화 측면에서 우편 물류 환경에서 RFID 기술의 적용 연구는 매우 중요하며, 다가 올 유비쿼터스 시대에 대한 준비 측면에서도 우편 물류 환경에서 RFID 기술 도입에 따른 문제점을 사전에 파악하고 그 해결 방안을 모색하는 측면에서 매우 중요하다. 따라서 우편 물류 환경에서 RFID 기술 적용 연구를 통해 우편 업무 실무에 적용 가능한 우편 물류 자동화를 위한 최적의 RFID 응용 시스템을 개발하고, 이를 통해 광범위하고 가변적인 우편 업무 작업 환경 개선을 유도하며, 나아가 우편 물류 고객 서비스 향상과 처리 비용 절감 그리고 우편 업무 효율화 및 체계화를 기대할 수 있고, 나아가 소포나 운송 용기 외에 등기와 통상 우편 업무 처리까지 RFID 기술을 적용하여 모든 우편 업무의 실시간 관리 및 우편 업무의 통계 관리와 실적 관리 및 고객 대응에 까지 확대 적용이 가능한 우편 물류용 RFID 종합 모델과 시스템 개발 확보가 필요하다 하겠다. 또 우편 물류 환경에 도입할 RFID 기술 적용 시스템의 연구 개발과 개발 시스템의 현장 적용을 통해 등기나 소포의 경우 고객에게 실시간 종추적 서비스 제공이 가능하도록 하므로 고객 서비스 향상을 가져올 수 있고, 아울러 RFID 기술 도입에 따른 우편 업무 처리 효율화로 우편 사업 경쟁력이 강화되고, RFID 기반 우편 물류 적용 기술 확보가 가능해 다가 올 유비쿼터스 시대 우편 물류 업무 처리 환경 개선과 우편 물류 환경에 활용 및 적용 가능한 소포 및 운송 용기 수불 관리용 RFID 도입 모델로 활용이 가능하게 될 것이다[1][2][3].

이에 본 논문에서는 RFID 기술을 우편 물류에 도입 적용하기 위해 필요한 우편용 RFID 응용 시

스템 구조와 데이터베이스 스키마, 그리고 RFID 기반 우편 물류 프로세스를 2장에서 제시했으며, 3장에서는 제시한 우편 물류용 RFID 응용 시스템 구조에 기반하여 개발 구축한 우편 물류용 RFID 응용 시스템 Testbed를 기술하고, 4장에서는 개발한 우편용 RFID 응용 시스템을 이용해 우편 현장에서 RFID 태그 이동 속도 및 매체에 따른 우편물(소포)에 대한 인식 성능과 파워에 따른 인식 거리 결과를 보이고, 5장에서 결론을 기술한다.

II. RFID 응용 시스템 설계

RFID 기술을 우편 물류 현장 적용에 앞서 사전에 문제점을 파악하여 시행 착오를 최소화하기 위해 먼저 우편 물류 환경에서의 RFID 기술 응용 시스템 개발이 필요하다. 이에 본 절에서는 RFID 기술을 우편 물류 환경에 적용하기 위한 우편 물류용 RFID 응용 시스템 구조와 데이터베이스 스키마 정의, 그리고 RFID 기반 우편 물류 프로세스 설계를 기술한다.

가. RFID 기반 우편 물류 프로세스

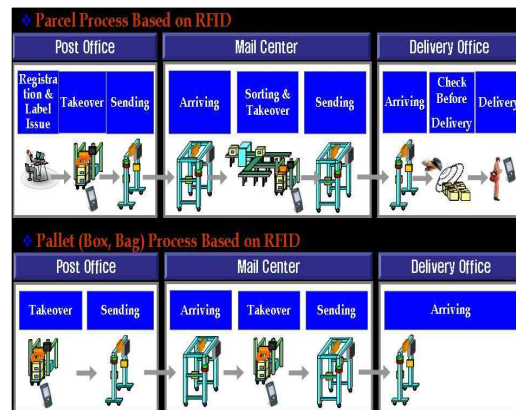


그림 1. RFID 기반 우편 물류 프로세스

우편 물류 환경에서 RFID 기술 적용 시 기본적으로 어떤 주파수 대역의 RFID 시스템을 사용할

것인지, 어떤 안테나 타입의 RFID 시스템을 구성할 것인지, 그리고 우편 물류 환경에 적합한 RFID 기반 우편 물류 프로세스를 어떻게 할 것인지에 대해 먼저 정의할 필요가 있다. 또 우편 물류 환경에 RFID 기술 적용시 RFID 기반 우편물을 처리 부분과 우편물 담아 운반하는 RFID 기반 운송 용기 처리 부분이 고려된다. 그림 1은 본 논문에서 제시한 RFID 기반 우편 물류 프로세스를 나타낸다. 그림 1에서 보면 RFID 기반 우편물 처리 부분은 우체국에서의 우편물 접수처리 부분, 집중국 혹은 메일 센터에서 우편물과 운송 용기 처리하는 부분, 배달국에서 우편물과 운송 용기 처리하는 부분이 있다. 그리고 RFID 기반 운송 용기 처리 부분은 우편물 접수 후 우편물을 운송 용기에 담기 전 해당 운송 용기에 RFID 라벨을 준비하는 부분, 접수 우편물을 담아 집중국 혹은 메일 센터로 운반되어 처리되는 부분, 그리고 집중국에서 처리된 우편물을 배달국으로 운반되어 처리하는 부분으로 표현될 수 있다.

나. 데이터 베이스 스키마

우편 물류용 RFID 응용 시스템 데이터베이스 스키마는 기본적으로 우편 물류용 RFID 태그 데이터 구조와 RFID 태그에 저장될 데이터 정의가 먼저 선행되어야 한다. 그림 2는 우편 물류용 RFID 태그 데이터 및 코드 정의와 RFID 기반 우편 물류 프로세스 정의를 바탕으로 설계한 우편 물류용 RFID 응용 시스템 데이터베이스 스키마 구조이다[3].

그림 2에서 우편 물류용 RFID 응용 시스템 데이터베이스 스키마는 접수 처리 테이블, 구분 및 체결 처리 테이블, 배달 처리 테이블, 우편 서비스 코드 관리 테이블, 트럭 및 운송 용기 테이블, 장치 및 우체국 코드 테이블, 소포 배달 데이터 테이블, 소포 자동 구분 데이터 테이블 등으로 구성되며 이들 테이블은 등기번호 혹은 우편번호 등의

테이블 키를 통해 상호 연계된다.

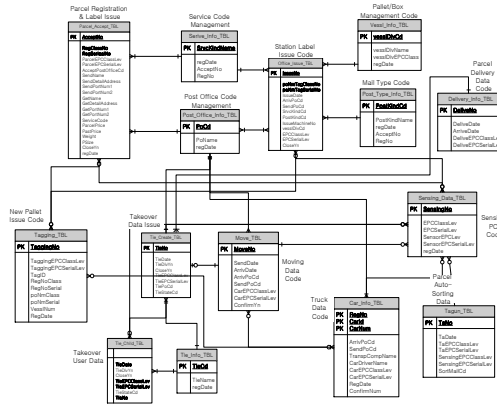


그림 2. 우편 물류용 RFID 응용 시스템 데이터베이스 스키마

나. 시스템 구조

우편 물류용 RFID 시스템은 기본적으로 우편물을 접수 처리하면서 RFID 태그를 생성하는 부분, 접수 우편물을 체결 처리하는 부분, 접수 우편물을 집중국으로 발송 처리하는 부분, 집중국에서 접수된 우편물을 도착 처리하는 부분, 우편물에 부착된 RFID 태그를 인식하여 우편물을 목적지 별로 구분 처리하고 이를 체결하는 부분, 그리고 집배 센터에서 목적지 별로 도착된 우편물을 배달 처리하는 부분과 배달 결과를 마무리하는 부분을 포함한다.

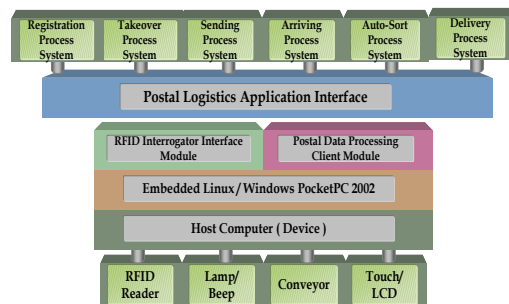


그림 3. 우편 물류용 RFID 응용 시스템 구조

그림 3은 우편 물류용 RFID 시스템 구조를 나타내며, 세부 기능으로는 우편 접수국에서 처리되어야 할 우편물 (소포)의 접수 처리 및 RFID 라벨 발급 처리 기능과 접수된 우편물 (소포)과 우편물 운송 용기간의 체결 처리 기능 그리고 우편 접수국에서 접수 소포와 운송 용기를 발송하고 송치증을 자동 생성할 수 있도록 하는 기능, 집중국에서 소포와 운송 용기의 일괄 인식을 통해 오도착을 확인 처리하는 기능, RFID 태그 자동 인식을 통한 우편번호 무타건 소포 자동 구분 처리 기능과 목적지 별 구분된 소포 및 운송 용기의 체결 처리 기능, 목적지 별 구분 및 체결된 소포 및 운송 용기의 발송 처리 기능 및 일괄 인식을 통한 오발송을 확인 처리 기능과 송치증 자동 생성 기능, 그리고 배달국에서 배달원 별 배달 소포의 일괄 인식을 통한 배달 소포 처리 기능 등이 포함되며 이들은 6개의 각 서버 시스템들을 통해 처리된다. 또 각 서버 시스템을 통해 처리되는 소포와 운송 용기 처리 정보는 우편 물류 정보 시스템으로 올라가기 때문에 우편 물류 중앙 관제 시스템이나 각 로컬 서버를 통해 소포 및 운송 용기의 실시간 처리 상황과 통계 관리 및 추적 관리가 가능하다. 그 외 우편 물류용 RFID 시스템에는 각 서버 시스템에서 실시간 우편 물류 정보 시스템 및 RFID 리더와의 정합 처리 기능을 각각 두고 있다.

III. 우편 물류용 RFID 응용 시스템 구현

본 절에서는 앞서 제시한 RFID 기반 우편 물류 프로세스와 우편 물류용 RFID 데이터베이스 스키마, 그리고 우편 물류 환경에서의 RFID 시스템 구조에 기초하여 개발 구축한 우편 물류용 RFID 시스템 Testbed와 구현 내용을 기술한다. 개발 구축한 우편 물류용 RFID Testbed는 RFID 기술에 기반하여 우편물 (소포)의 접수부터 배달에

이르기까지 처리할 수 있는 내용과 우편물과 우편물 운송 용기의 수불 관리를 처리할 수 있는 내용 그리고 우편물과 운송 용기의 실시간 추적 관리 및 모니터링 할 수 있는 내용을 포함하고 있다.

가. 우편 물류용 RFID 시스템 Testbed

제시한 RFID 기반 우편 물류 프로세스 및 데이터베이스 스키마, 그리고 우편 물류용 RFID 응용 시스템 구조에 기반하여 개발 구축한 우편 물류용 RFID Testbed는 RFID 리더 및 안테나로 SAMsys[10] 제품을 이용했고, 태그는 소포용으로는 Rafsec[11]사의 수동형 태그 제품을, 우편 상자 혹은 팔레트와 같은 운송 용기 태그는 Intermac[9]사의 메탈 태그 제품을 사용했으며, RFID 라벨 프린터는 Intermac[9] 제품으로 구축했다. 또 소포 접수 처리부터 배달에 이르기까지 소포 업무 처리를 위해 사용된 소포용 태그에는 소포 등기번호와 우편 번호를 저장하였고, 운송 용기 수불 관리를 위한 운송 용기용 메탈 태그에는 운송 용기 고유번호와 국명표 그리고 빈 용기 관리를 위해서는 운송 용기 고유번호와 우편번호 혹은 국명표를 각각 저장하였다. RFID 인터로게이터 콘트롤러내 정보 처리를 위한 S/W 개발 환경은 Embedded 리눅스 환경[8]에 gcc/glib를 이용했으며, 실시간 소포 및 운송 용기 수불 관리 및 정보 처리 시스템 개발을 위해서는 윈도우 환경에서 비주얼 C++로 개발을 진행했다.

그림 4는 RFID 기반 소포 및 운송 용기 수불 관리 기능을 처리하기 위해 개발 구축한 우편 물류용 RFID Testbed이며, 여기서 우편물 (소포) 접수 및 라벨 발급 처리용 안테나는 테이블 타입으로, 체결용 안테나는 천정형 혹은 휴대형 타입을, 발송용 안테나는 천정형 타입으로 각각 고려했다. 그밖에 우편 번호 무타건 소포 자동 구분

용으로는 RFID 안테나를 터널형으로 고려했고, 배달 소포 처리용으로는 휴대형 타입을 고려했으며, 운송 용기 처리를 위해서는 기본적으로 소포와 같은 형태의 안테나 타입을 동시에 사용하는 것으로 고려했다.

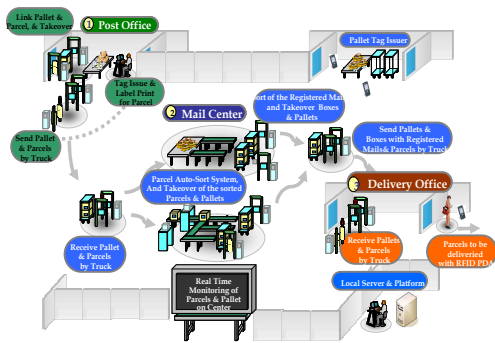


그림 4. 우편 물류용 RFID Testbed

나. 구현

개발한 우편 물류용 RFID 시스템에는 RFID 기반 우편물 접수 및 배달 처리하는 부분, 그리고 발송 및 도착 처리하는 부분, 목적지 별 우편물의 구분 및 체결 처리하는 부분, 우편물 및 운송 용기의 일괄 인식 처리하는 부분, 그리고 처리되는 우편물과 운송 용기 실시간 추적 및 통계 현황 파악할 수 있는 기능 등을 포함한다. 그림 5는 RFID 기반에 우편물을 접수 및 등록 처리하는 테이블 타입의 RFID 시스템 화면과 RFID 기반하여 우편물을 배달 처리하고 배달 결과를 처리할 수 있는 핸드 헬드 타입의 RFID 시스템 화면을 보여 준다. 그림 6은 RFID 기술을 이용하여 우편물과 운송 용기의 일괄 인식을 하고 이를 통해 우편물의 도착 및 발송 처리를 확인 할 수 있는 천정형 타입의 RFID 시스템 화면과 우편물과 운송 용기의 처리 상황을 실시간 모니터링 할 수 있도록 개발한 RFID 기반 실시간 모니터링 시스템 화면을 보여준다.



그림 5. RFID 기반 우편물 접수 및 배달 처리 시스템



그림 6. RFID 기반 소포 다중 인식 및 소포 및 운송 용기 실시간 모니터링 시스템

IV. 우편 물류 환경에서 RFID 태그 인식 성능

우편 물류 환경에 RFID 기술 도입에 앞서 최적의 RFID 도입 모델을 정의하고, 도입될 RFID 시스템 규격을 정의하기 위해 개발 구축한 우편 물류용 RFID 시스템을 이용해 우편 물류 환경에서의 RFID 태그 인식 성능을 확인했다.

가. RFID 태그 다중 인식 성능 시험 환경

최적의 우편 물류용 RFID 시스템 설치 형태를 찾고자 개발 구축한 우편 물류용 RFID 시스템을 통해 우편물(소포)에 부착된 RFID 태그 인식 성능을 확인하고, 매체별 그리고 RFID 리더기를 통과하는 속도별, 태그의 부착 위치별 다중 인식 성능 시험을 진행했다. 그림 7은 우편물에 부착된 태그에 대해 매체별, 속도별 그리고 RFID 태그 부착 위치에 따른 우편 물류용 RFID 시스템의 다중 인식 성능 시험에 환경을 보여준다.

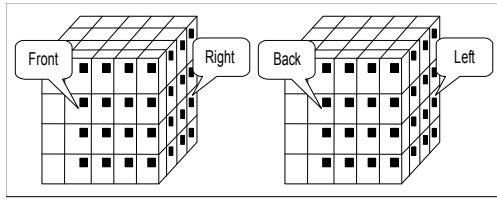


그림 7. RFID 태그 부착 위치에 따른 다중 인식 성능 시험 환경

RFID 태그가 부착된 매체는 기본적으로 물이 담긴 플라스틱 병과 두루마리 종이 휴지, 알루미늄 호일, 빈 캔이며, 플라스틱 물병에 대해서는 앞면에 20개의 RFID 태그를, 우측면에 12개의 RFID 태그를, 뒷면에 20개의 RFID 태그를, 좌측면에 12개의 RFID 태그를 각각 붙여 시험했다. RFID 태그 인식 시험은 RFID 태그를 부착한 물병을 롤 파렛에 위해 올려 놓고 통상적인 걸음 속도로 RFID 리더기를 통과했을 때, 느린 걸음으로 RFID 리더기를 통과했을 때, 그리고 빠른 걸음으로 RFID 리더기를 통과했을 때 각각 매체별 일괄 인식 성능 시험을 했다.

나. RFID 태그 위치 및 이동 속도에 따른 다중 인식 성능

개발 구축된 우편 물류용 RFID 시스템을 통해 확인한 태그위치, 속도, 재질에 따른 다중 인식 성능은 그림 8과 같이 나타났다.

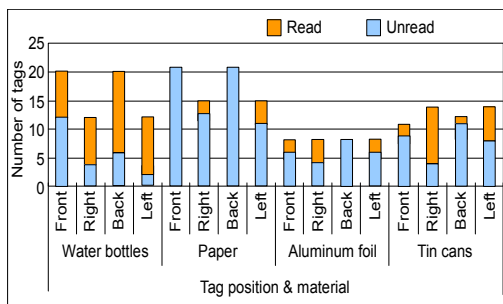


그림 8. 태그 위치, 속도, 재질에 따른 다중 인식 성능

그림 8에서 보면 종이와 알루미늄 호일에 대한 다중 인식 성능이 90%와 80%로 물과 캔에 대한 다중 인식 성능 50%와 35%에 비해 높은 것을 확인할 수 있다. 또 태그 부착 위치나 RFID 리더기를 통과하는 우편물의 속도에 따른 다중 인식 성능은 크게 차이가 있지는 않는 것으로 나타났다으나, 실제 RFID 상용 제품의 수준이 우편 물류 환경에 적용하는 데는 아직까지 부족한 실정이다 보니 속도와 태그 부착 위치에 따른 다중 인식 성능 차이가 미미한 것으로 판단된다. 또한 현재 RFID 리더기간의 전파 간섭 문제나 금속 용기에 대한 저조한 인식 문제, 그리고 인식 및 미인식 우편물의 확인 처리 문제, RFID 태그 정보에 대한 가시성 문제, RFID 라벨 문제 등은 우편 물류 환경에서 RFID 기술 도입 및 적용하는데 있어 먼저 선결되어야 하는 사항들이라 할 수 있다.

나. 전원과 거리에 따른 인식 성능

RFID 태그 인식 거리는 환경 조건, RFID 태그와 리더간의 전기적 조건, 리더 파워 등의 상황에 따라 다르다. RFID 태그가 정상 동작을 위해 리더 신호를 통해 얻어야 하는 최소 파워 값은 35 mW 이다. 아래 식은 안테나 이득 및 손실 등에 따른 RFID 태그 인식 거리를 나타내는 식이다.

$$R_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\text{EIRP}} \times G_{\text{tagantenna}} \times \lambda^2}{(4 \times \pi)^2 \times P_{\text{chip}}} \times \text{Loss}}$$

- 여기서, EIRP = 리더 파워 (EIRP), Rmax=인식거리, Gtagantenna=태그 안테나 이득, f (Operation Frequency), Pchip=태그 수신 파워, Loss (Mismatching and Tag Antenna Loss)를 각각 의미한다.

- UHF 대역의 RFID 시스템의 경우, EIRP = 4 W, $G_{\text{tagantenna}} = 1.64\text{dB}$, $f=912.5\text{MHz}$, $P_{\text{chip}}=35\text{mW}$, $\text{Loss}=3\text{dB}$ 일 때 인식거리 $R_{\text{max}}=7.56\text{m}$ 가 되어야 한다.

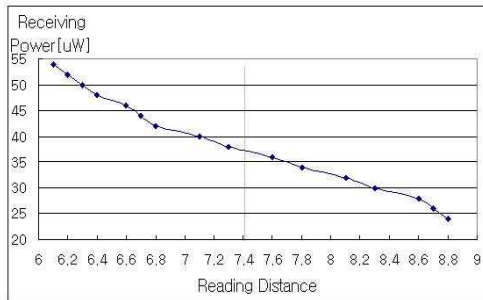


그림 9. 태그 위치, 속도, 재질에 따른 다중 인식 성능

개발한 우편 물류용 RFID 응용 시스템을 이용해 실제 우편 물류 환경에서 우편물에 부착한 RFID 태그를 인식했을 경우 RFID 리더 파워에 따른 인식 거리는 거의 그림 9와 같이 나타남을 확인할 수 있었다. 또 그림 9에서 6m 거리에서 측정한 파워는 56 mW, 7.56m에서 측정한 파워는 35 mW를 각각 보인다.

V. 결 론

본 논문에서는 RFID 기술을 우편 물류에 도입 및 적용하기 위해 필요한 RFID 응용 시스템 구조와 데이터베이스 스키마, 그리고 RFID 기반 우편 물류 프로세스를 제시했다. 또한 제시한 우편 물류용 RFID 응용 시스템 구조에 기반하여 우편 물류용 RFID 시스템 Testbed를 개발 및 구축했으며, 이를 통해 RFID 기술을 우정 물류 현장 도입에 앞서 문제점을 사전에 파악하여 그 해결 방안을 모색하고 시행 착오를 줄이기 위해 우편물 (소포)에 대해 RFID 태그 이동 속도와 매체에 따른 RFID 태그 인식 성능 시험과 파워에 따른 인식 거리 결과를 보였다.

측정된 RFID 태그 인식 성능 결과를 보면 RFID 기술을 우편 물류 현장에 당장 도입하기에는 인식 성능이 너무 낮으며 이는 RFID 기술을 우편 물류 환경에 도입시 RFID 기술 적용에 따른 효과 보다는 개선점이 많이 필요한 실정이다. 또한 RFID 칩 및 장비 가격 대비 현재의 RFID 상용화 기술 수준을 고려해 보면 앞으로 우편 물류 환경에서 RFID 기술을 도입하기 위해선 RFID 태그의 중복 인식 문제, RFID 리더 안테나 상호 간섭 문제, 오발송 및 미발송 및 오도착 및 미도착 확인 처리 방법, 일괄 인식 성능 개선, 그리고 RFID 태그 인식 확인 방법이나 인식 여부에 대한 가시성 문제 등에 대한 사항들이 선결되어야 하며, 아울러 RFID 기술 도입에 따른 우편 물류 처리 프로세스 개선과 현장 시험 그리고 도입할 RFID 시스템 최종 사양을 유도하기 위한 최적의 RFID 응용 시스템 개발과 RFID 기술 우편 물류 현장 도입 요구 사항 정의도 지속적으로 보완되어야 할 것이다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 우정기술연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2006-X-001-02, 실시간 우편물류 운영 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] J. Park, "Postal RFID System in Korea as RFID Pilot Project", ISO/IEC SC31/WG4/SG5, SG5n0009, September 22, 2005.
- [2] J. Park, "RFID Testbed Construction and Development for Parcel Processing and Pallet Management in Postal Logistics Environments", KPF 2005 Proceeding, Seoul, June 1, 2005.
- [3] J. Park, "Postal RFID Application Model and Performance", ETRI Journal, 2006.6.
- [4] DoC, "Radio Frequency Identification - Opportunities and challenges in Implementation",

April 2005.

- [5] ISO/IEC JTC 1/SC31, "Information technology, Automatic identification and data capture techniques - RFID device performance test methods", ISO/IEC 18046, December 10, 2003.
- [6] Klaus Finkenzeller, "RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", Second Edition, John Wiley, 2003.
- [7] Robert A. Kleist et al., "RFID Labeling : Smart Labeling Concepts & Applications for the Consumer Packaged Goods Supply Chain", PrintRoinx, August 2004.
- [8] <http://www.RedhatLinux.com>, "Embeded Linux", Redhat Linux, 2003.
- [9] Intermec, "Intermec 915 MHz Encapsulated Stick Tag/ Intermec IP3", 2003.
- [10] SAMSys, "SAMSys MP9320 EPC V2.x", 2003.
- [11] Feig, "FEIG LR200A", 2003.

박정현(Jeong-Hyun Park)



- 숭실대학교, 학사
- 숭실대학원, 석사
- 충북대학교, 박사
- 1982. 3 ~ 현재 : 한국전자통신연구원, 책임연구원

관심분야 : 우편주소, 우편 RFID, 우편물류기술,
감리 및 거버넌스

박종흥(Jong-Heung Park)



- 한양대학교, 학사
- 한양대학원, 석사
- 한양대학원, 박사
- 1982. 3 ~ 현재 : 한국전자통신연구원, 부장

관심분야 : 우편주소, 우편 구분 기계, 우편물류 기술

모바일 체험관에서 고객참여가 서비스접점만족에 미치는 영향

A Study on Effect of Service Encounter through Customer Participation in Mobile Flagship Store

김 미 지*, 정 연 만**

Mi Ji Kim*, Yeon-man Jeong**

요 약

서비스 접점은 마케팅 연에서 중요한 위치를 차지한다. 서비스전달 및 품질관리를 통해 서비스업체가 직·간접적으로 고객만족에 영향을 미칠 수 있는 결정적 순간이기 때문이다. 고객의 만족과 전체적인 제품 질의 지각의 결과를 주는 서비스 위주는 다른 고객들의 행동이나 태도에도 영향을 미치고 있다. 그래서 마케팅자와 학자들은 서비스 접점에서의 다른 고객의 영향에 대해 흥미를 가지고 있다.

그렇지만, 고객과 고객간의 접점의 경험을 결정하는 요소는 다른 고객의 존재나 행동이다. 고객간의 접점 또는 다른 고객의 영향에 대한 연구가 드문 가장 큰 이유 중 하나는 이것이 마케터가 관리하기 어려운 범위에 속한다고 생각되기 때문이다.

본 연구는 사회교환의 감정이론을 바탕으로 서비스제공자와의 관계에서 고객참여가 어떠한 감정적 요소를 만들어내는지 살펴보고자 한다.

Abstract

Service encounter is very important in marketing. Such service-specific characteristics inevitably bring about a result that a customer's satisfaction and overall quality perception with a certain service are influenced to some degree by other customers' presence itself and/or their attitudes and behaviors. Thus, managers and academicians have been interested in other customers' influence in service settings.

However there have been only a few studies that have directly addressed the issue(Grove and Fisk 1997; Lehtinen and Lehtinen 1991). One of the central reasons for such scarcity in researches is a belief that inter-customer interactions are inclined to be out of marketer's managerial reach (Martin and Clark 1996).

This study aims to we consider customer-provider's exchange relationship as a social exchange mentioned.

Keywords : 서비스 접점(service encounter), 고객참여(customer participation)

I. 서 론

과거 200년 전 산업혁명을 겪고, 20년 전 제조업에서 서비스 경제로 이동한 것처럼, 현재는 ‘경

* 경희대학교 경영학과, **강릉원주대학교 정보통신공학과

• 제1저자(First Author) : 김미지, 교신저자(Corresponding Author) : 정연만
• 접수일자 : 2010년 2월 23일, 2010년 4월 2일 심사완료

험'이라는 분야로 엄청난 이동이 일어나고 있다. 과거의 기업이 고객으로 하여금 제품 및 서비스의 질을 판단하여 가장 큰 이익을 얻을 수 있도록 하는 의사결정을 했다면, 제품과 서비스가 점차 균질화되어감에 따라 가격, 기술, 품질, 서비스 영역을 넘어 새로운 차별적인 요소를 만들어 내지 못하면 생존할 수 없는 시대가 되었다. 기업 부가가치의 원천이 '양보다 질'에서 '질보다 감성'으로 진화한 것이다.

즉, 감동과 경험을 고객과 나누는 감성의 시대를 맞이하게 되었다. 새로운 체험이나 경험 등을 통해 고객에게 독창적이고, 높은 감성적 부가가치를 제공해야만 앞으로의 경쟁에서 살아남을 수 있다.

서비스 접점(service encounter)은 서비스마케팅 연구에서 중요한 위치를 차지한다(Solomon et al. 1985). 서비스전달 및 품질관리를 통해 서비스업체가 직·간접적으로 고객만족(CS)에 영향을 미칠 수 있는 결정적 순간(Moment of Truth)이기 때문이다. 일반적으로 서비스 접점을 생각할 때 서비스제공자-고객간의 접점을 떠올리지만, 생산과 소비의 비분리성 때문에 서비스 접점은 고객-고객간의 접점도 상당수 포함할 수 있다. 업종마다 다르긴 하지만 서비스 접점의 일정 부분을 차지하는 고객-고객간 접점은 서비스 제공자가 의도하거나 예측하지 않은 수많은 소들을 포함한 채 고객의 서비스 경험에 영향을 미치고 있다.

본 연구는, 고객참여에 따른 서비스 접점에서의 고객의 감정적 요소에 대해 살펴보기에 위해, 서비스 접점이 대인간 접촉이 이루어지는 사회교환이라 보고 Lawler(2001)의 사회교환의 감정이론을 바탕으로 고객참여에 의해 이루어지는 감정적 요소에 대해 살펴본다. 구체적으로 첫째, 고객과 접점종업원 간의 사회교환과정과 그러한 과정에서의 고객의 감정적 요소에 대해 살펴본다. 둘째, 고객참여와 그에 따른 서비스접점에 대한 고객의 평가정도에 대해 살펴본다.

II. 이론적 배경

2. 1. 고객참여의 정의

고객참여의 정의는 필수성과 적극성이라는 개념이 중심이 되어 이루어지고 있다고 볼 수 있다. Rodie와 Kleine(2000)은 고객참여를 '고객의 정신적, 물리적, 감정적 정보의 입력과 같은 서비스 전달 및 생산과정에서 고객이 제공하는 행위와 자원이라 할 수 있는 행동적 개념'으로 보고 있으며, Kelly 등(1990)도 기술적, 기능적 고객의 참여 행동을 중심적인 고객참여의 내용으로 이해하고 있다. 즉, 이들은 서비스의 전달 및 생산과정에서의 필수적인 고객행동을 중심으로 고객참여를 정의 내리고 있다. 결론적으로, "서비스 이용에서 자신이 해야 할 역할을 보다 적극적으로 행하는 일"이라고 고객참여를 정의 내릴 수 있다.

2. 2. 고객의 정서적 공감

서비스제공자와의 사회교환에서 고객참여에 의해 접점종업원과 원활한 상호작용이 이루어진다면, 고객은 접점종업원에 대해 보다 공감하고 이해하려는 태도를 형성하게 된다. Lawler(2001)는 전체적인 긍정적 감정의 형성은 사회교환을 통해 나오는 것이라 설명하는데, 서비스 상황에서 고객과 접점종업원 간의 사회교환이 보다 원활하게 이루어진다면, 고객은 긍정적인 감정의 형태로 상대방을 배려하고 이해하려는 태도인 공감을 형성하게 될 수 있다. 즉, 고객참여는 서비스제공자와 고객 간의 관계적 결속을 강화시켜 우리라는 개념을 가질 수 있게 하여 서로를 이해하려는 동인인 공감을 가질 수 있게 되는 것이다. 비즈니스적인 측면에서 공감은 원활한 상호작용을 통해 상대방에 대한 정서적 이해를 동반하는 것으로 관계의 발전과 평가에 주요한 영향을 미치게 된다.

김상희(2006)는 판매원의 공감은 인지적 공감과 정서적 공감으로 구분하고 이들과 친소비자 행

동과의 관계를 살펴본 연구에서 정서적 공감만이 친소비자 행동에 유의한 긍정적인 영향이 있는 것으로 밝혀냈다. Beatty 등(1996)이 제안한 관계를 형성하고 발전하기 위한 고객의 노력에 대해 간과해서는 안 된다는 사실에 기인하여 부분적 종업원으로서의 고객이 점점종업원과의 원활한 상호작용을 통해 점점종업원에게 정서적 공감을 표출하게 된다면 그 종업원은 고객을 위해 더욱 노력하게 될 것이다.

2. 3. 점점만족

1980년대부터 1990년대 초에 걸쳐 서비스접점에서 다른 고객 영향의 중요성에 대한 발견이 이루어졌다. 우선 서비스접점(service encounter)은 협의로 고객과 서비스종업원간 인간적 상호작용(Keavney 1995), 광의로는 고객과 서비스업체간 직접 상호작용하는 기간(Shostack 1985) 혹은 고객과 기업이 상호작용하는 순간(Bitner et al. 2000)으로 규정된다.

서비스접점에 대한 다양한 연구들은 다른 고객의 존재혹은 행동이 특정 고객의 서비스 경험에 영향을 미칠 수 있다는 점을 내포하고 있다(Martin and Pranter 1989). 예컨대 항공사, 식당, 병원, 호텔 등 다양한 서비스는 서비스공간을 함께 공유하는 다른 고객(들)이 있는 상태에서 이루어진다. 따라서 마케터는 서비스접점의 관리과정에서 표적고객 부근의 다른 고객의 존재와 행동을 이해하고 적절하게 대응할 필요가 있다.

III. 연구모델 설계와 연구방법

3.1. 연구모형의 설정

본 연구의 목적은 기존 문헌 연구를 통해 모바일 체험관에서 고객참여가 서비스접점만족에 미치는 영향에 관계를 실증적으로 분석하는데 있다.

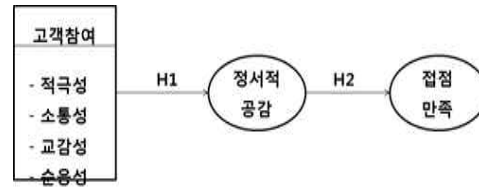


그림 1. 연구모형

<가설1> 고객참여가 정서적 공감에 정(+)적인 영향을 미칠 것이다.

<가설1-1> 적극성은 정서적 공감에 정(+)적인 영향을 미칠 것이다.

<가설1-2> 소통성은 정서적 공감에 정(+)적인 영향을 미칠 것이다.

<가설1-3> 교감성은 정서적 공감에 정(+)적인 영향을 미칠 것이다.

<가설1-4> 순응성은 정서적 공감에 정(+)적인 영향을 미칠 것이다.

<가설2> 정서적 공감이 점점만족에 정(+)적인 영향을 미칠 것이다.

본 연구는 기존 문헌 연구를 통해 모바일체험관을 경험한 이용자들을 대상으로 설문조사를 진행하였다.

2010년 4월 1일부터 5월 10일까지 총 40일간에 걸쳐 수도권지역에 살고 있는 직장인 및 학생들을 대상으로 하여 설문조사를 실시하였고, 250개의 설문지를 배포하여 241개의 설문지를 확보하였다. 이중 성실하지 않게 답변한 12개를 배제하고 229개의 설문지를 연구모형 검증에 이용하였고 SPSS 15.0 및 AMOS 5.0을 이용하여 실증분석하였다.

3.2. 실증분석

1. 연구대상의 특징

분석결과를 보면 성별의 경우 남성 응답자가 50.4%, 여성 응답자가 49.6%로 비교적 고른 분

답률을 보이고 있으며, 연령은 만 21세 이상~25세 이하가 21%, 만 26세 이상~30세 이하 48.4%로 가장 많은 응답비율을 가지고 있었다. 직장의 비율은 사무직(42.2%), 전문/기술직(30.3%), 서비스(8.0%), 판매직(7.2%) 그 외 학생, 기능/생산직 순으로 나타났다.

2. 측정항목 평가

신뢰성 검증이란 일관성이 높은 측정결과를 도출할 수 있는 정도로서, 측정결과에 오차가 들어있지 않을 정도를 의미한다. 일반적으로 크롬바알파 계수를 이용하여 세부항목들 간의 내적 일관성을 측정(채서일, 2003), 본 연구에서는 적극성이 0.850으로 가장 높게 나타났으며, 소통성성이 0.772로 가장 낮게 나타났다. 따라서 본 실증분석의 측정도구의 신뢰계수가 모두 0.60 이상으로 상당히 높게 나타나 요인들은 모두 신뢰성이 높다고 할 수 있다.

<표 1> 신뢰성 검증 결과

요 인		변 수	크롬바알파
정서적 공감		서비스제공자가 경험한 감정을 나도 공유한다고 느낌, 서비스제공자의 고민에 대해 염려하는 마음이 들, 서비스제공자의 고통을 함께 느낄 수 있음.	.875
접점만족		내가 경험해 본 최고의 접점 중 하나라고 생각함, 나는 정말 이 서비스 접점을 즐긴다, 이 서비스 접점은 아주 좋은 경험이 었다	.914
고객 참여	적극성	서비스내용에 대해 적극적으로 알아봄, 서비스가 어떻게 제공되는지 알아봄, 서비스 이용을 위한 정보를 적극 알아봄	.850
	소통성	필요한 것에 대해 정확히 의사전달함, 서비스제공자의 말을 주의 깊게 잘 들음, 공급할 때 마다 서비스제공자에게 문의 함.	.772
	교감성	서비스제공자와 좋은 관계를 맺기 위해 노력함, 제공받은 서비스에 대해 칭찬이나 감사를 표현함.	.658
	순응성	업무를 방해하는 행동을 하지 않음, 고객으로서 해야 할 일을 분명히 수행함, 규정에 대해 협조를 구했을 때 적극적으로 따름, 나는 매장내 서비스 절차를 잘 따름.	.857
			.826

타당성 검증 결과 역시 채택된 요인의 수는 고유값이 1 이상이 되는 것으로 선택하였으며, 구성

요인은 4개로 추출되었고, 설명력은 63.1%로 나타났다.

<표 2> 타당성 검증 결과

변수명	설문문항	factor loading			
		요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
적극성	서비스내용에 대해 적극적으로 알아봄. 서비스가 어떻게 제공되는지 알아봄. 서비스 이용을 위한 정보를 적극 알아봄	.795 .754 .712			
소통성	필요한 것에 대해 정확히 의사전달함. 서비스제공자의 말을 주의 깊게 잘 들음. 공급할 때 마다 서비스제공자에게 문의함		.785 .749 .710		
교감성	서비스제공자와 좋은 관계를 맺기 위해 노력함, 제공받은 서비스에 대해 칭찬이나 감사를 표현함.			.795 .780	
순응성	업무를 방해하는 행동을 하지 않음. 고객으로서 해야 할 일을 분명히 수행함. 규정에 대해 협조를 구했을 때 적극적으로 따름. 나는 매장내 서비스 절차를 잘 따름.				.845 .704 .685
고유값		3.75	3.54	1.84	3.54
분산율(%)		19.4 1	16.3	14.2	11.7

3. 3. 연구모형의 검증

본 연구에서는 연구 모델에서 제시된 개념들(Latent constructs) 간의 구조적 관계를 검증하는데 초점을 두고 있으므로 공변량 구조분석을 통해 이들 개념들 간의 관계를 검증하는데 유용한 AMOS(Analysis of Moment Structure)를 이용했다.

홍세희(2000)는 TLI, CFI, RMSEA가 모델의 적합도 평가하는 바람직한 지수로 평가함에 따라, 본 연구에서도 TLI, CFI, RMSEA와 함께 X^2 값으로 모델의 적합도를 평가하고자한다.

e-CRM 구성요인이 e-쇼핑몰 고객만족 및 브랜드 충성도에 미치는 영향관계를 살펴보기 위한 구조방정식 모형의 적합도를 살펴보면 <표 3> X^2 가 196.9, 자유도가 108, P-value=0.000으로 나타났으며, TLI는 0.939, GFI는 0.919, NFI는 0.9, CFI는 0.951, RMSEA는 0.043로 본 연구에서 제시한 모형은 모델 적합성 기준에 부여하는 최적의 모델로 비교적 적합하게 나타났다.

<표 3> 모형의 적합도 지수 결과

적합도	지수 값			이론화 요구수준
χ^2	$\chi^2=196.9$, $df=108$, $P\text{-value}=.000$			
TLI	0.939	GFI	0.919	>0.9
GFI	0.951	NFI	0.9	>0.9
RMSEA	0.057			<0.08

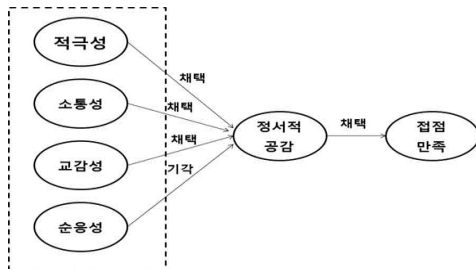


그림 2. 연구결과 요약

<표 4> 경로계수 값과 가설지지여부

가설	경로	직접효과	채택여부	채택여부
		경로계수	t값	
가설 1-1	적극성 -> 정서적 공감	0.273	2.857	0.004**
가설 1-2	소통성 -> 정서적 공감	0.351	4.231	0.000**
가설 1-3	교감성 -> 정서적 공감	0.213	2.235	0.027*
가설 1-4	순응성 -> 정서적 공감	0.082	1.645	0.135
가설 2	정서적 공감 -> 접점만족	0.468	5.754	0.000**

가설 1은 고객참여 구성요인 중 순응성을 제외한 나머지 적극성과 소통성, 교감성은 정서적 공감으로서의 표준 경로계수가 0.273, 0.31, 0.213, C.R.이 2.857, 4.231, 2.235로 $p < 0.01$ 에서 유의적인 의미가 있기 때문에 본 가설에 채택된다.

가설 2는 정서적 공감이 접점만족으로서의 표준 경로계수가 0.468, C.R.이 5.754로 $p < 0.01$ 에서 유의적인 의미가 있기 때문에 본 가설에 채택된다.

IV. 결 론

본 연구는 서비스 상황에서 고객참여가 가지는 의미에 대해 다시 한번 강조하면서 서비스 접점에서의 고객참여를 통한 고객의 정서적 공감을 불러

일키고 이는 다시 접점에 대한 만족에 긍정적인 평가에 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 이처럼, 고객참여가 긍정적인 고객결과에 영향을 미칠 수 있다는 관점이 고객참여와 관련한 연구에서 지배적인 흐름이긴 하지만 여전히 그러한 관계가 어디에 기인하는지에 대해 밝혀 온 연구가 미흡하다.

연구 결과, 첫째, 모바일 체험관에서 고객참여는 접점에서 고객의 접점종업원에 대한 호의적인 감성적 공감대를 형성하게 만들었다.

둘째, 이러한 상호작용의 원활성은 고객의 접점 만족을 만들어 내는 것을 알 수 있었다. 전체적인 긍정적인 감정은 평가 과정을 거쳐 내재화되어 재 생산하려는 의지로 나타난다는 사회교환의 감정 이론과 마찬가지로 정서적 공감은 전체 접점에 대한 긍정적 평가라고 볼 수 있는 접점만족에 유의한 영향을 미치는 것 것을 확인 할 수 있다.

결론적으로 모바일 체험관에서의 고객참여는 서비스제공자에 대한 만족과 신뢰라 할 수 있으며, 접점에서의 긍정적인 감정형태로서의 정서적 공감 형성은 접점만족을 이루어내어야 한다. 서비스에 대한 평가가 단순히 결과적 품질에 만 있지 않고 기능적 품질에도 기인한다는 사실을 상기해 볼 때, 고객참여는 단순히 결과적 품질과 관계가 있다기 보다 일차적으로 기능적 품질을 향상시켜 관계를 발전시키는 계기가 되는 것으로 이해할 수 있다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있고, 이러한 부분을 통해 향후 연구과제를 제시해 볼 수 있다.

본 연구에서는 온라인 서비스와 오프라인 서비스를 구분하지 않았다. 하지만 다른 고객의 영향력은 업종에 따라 차이가 있을 수 있으며, 특히 온라인 서비스와 오프라인 서비스는 고객들간의 상호작용 방식에 큰 차이가 있기 때문에 고객간 접점품질이 보다 중요한 업종을 확인하는 연구와 온라인 서비스와 오프라인서비스에 따라 고객간 접점품질의 비중이 어떻게 달라지는가에 대한 비교

연구가 필요하다. 또한 고객참여에 따른 고객의 감정적 상태 변화를 중심으로 진행되었기에 고객 참여에 따른 점점종업원의 감정적 상태 변화에 대해서는 알 수 없다.

이상의 결과를 바탕으로, 고객참여와 관련한 고객감정적 상태의 변화와 더불어 점점종업원의 감정상태의 변화에 대한 서비스유형에서 감정적 상태와 관련한 새로운 다양한 변수들과 고객참여의 관계를 살펴본다면 더욱 더 양질의 연구가 진행될 것이다.

V. 결론

본 논문에서는 식품 안전 서비스를 위한 멀티미디어 공동 환경에 대하여 제안하였다. 세션을 잘 유지할 수 있게 하기 위하여 IP-USN 환경에서의 식품 안전 서비스를 위한 기능을 기술하였다.

USN 환경에서 멀티미디어 공동 작업을 위한 접근제어, 즉 일단 접근이 허용된 자원 사용으로 인한 충돌이 없어야하고, 참여자 들 사이에 균등한 접근 기회를 제공할 수 있어야 한다.

향 후 연구 과제는 식품 안전 서비스를 위한 웹기반 다중 세션에서의 접근 제어, 접근 제어의 오류 발생 시 복구할 수 있는 분야에 대한 연구 이다. 또한, USN 기반 다중 세션에서의 접근 제어, 접근 제어의 오류 발생 시 복구할 수 있는 분야에 대한 연구 이다. 또한 혼합 모드를 보강하여 USN 기반 집단 토론인 경우에도 효과적인 세션이 될 수 있는 방법에 대한 연구 등이다.

참고문헌

[1] 김유미(2008), "Fresh and Easy의 유통 실험", 한국경제
[2] 김한신(2006), "고객경험관리를 통한 기업가치 극대화 방법에 관한 연구", 인하대학교 박사학위 논문
[3] 다이애너 몰, 자넬 발로(2004), 「숨겨진 힘 감

성」, 최충범 역, 김영사
[4] 룰프 옌센(2000), 「드림 소사이어티」, 서정환 역, 한국능률협회
[5] 루이스 P. 카본(2006), 「Clued In」, CEM연구회 역, NABI Books
[6] 워디거 용블루트(2006), 「이케아」, 배인섭 역, 미래의 창
문권모, 정임수(2008), "융합·소통·경험의 Design Wave", Dong-a Business Review
[7] 박영춘(2008), "기술과 공감 미래의 애플이 익는다", Dong-a Business Review
[8] 번트 H. 슈미트(2002), 「체험 마케팅」, 박성연 외 공역, 세종서적.
[9] 번트 H. 슈미트(2004), 「CRM을 넘어 CEM으로」, 정해동 외 공역, (주)한연
[10] 송상연, 양석준, 박현정(2007), "여행 웹사이트 의 체험 구성 요인 및 체험의 성과에 관한 연구", 「한국항공경영학회지」, 제5권 제2호, pp. 83-104,
[11] 이건표(2008), "상품에 즐거운 체험의 옷 입혀라", Dong-a Business Review
[12] 이병욱(2008), 「창조적 디자인 경영」, 국일 미디어
이철배(2008), "디자인을 기업 가치사슬에 녹여라", Dong-a Business Review
[13] 조디 호퍼 기텔(2003), 「사우스웨스트 방식」, 황숙경 역, 물푸레
[14] Pine II, B. J. and Gilmore, J. H. (1999), 「The Experience Economy」, Harvard Business School Press.
[15] Pine II, B. J. and Gilmore, J. H. (1997), "Beyond Goods and Services", Strategy & Leadership, May/June
[16] Reinartz, W. (2008), "How to Sell Services More Profitably", Harvard Business Review
[17] Pullman, M. E. and Gross, M. A.(2003), "Welcome to your Experience", Journal of Business and Management, Vol. 9, No.3.
[18] Berry, L. L., Wall, E. A. and Carbon, L.

P.(2002), "Managing the Total Customer Experience", MIT Sloan Management Review
ISO/IEC TR 13335-II, "Guidelines for the Management of IT Security Part II : Management and Planning IT Security", 1997.

김미지



- 2008년 경희대학교 경영학과(석사)
- 2010년 경희대학교 경영학과 (박사과정)

현재 : 신성환경연구원 마케팅 과장

정연만



- 1983.02.23 숭실대학교 전자공학과 졸업 공학사
- 1985.02.23 숭실대학교 대학원 전자공학과 졸업 공학석사
- 1991.08.21 숭실대학교 대학원 전자공학과 졸업 공학박사

• 1992년~현재. 강릉원주대학교 정보통신공학과 정교수
관심분야 : 유무선통신회로, 임베디드H/W

단일 카메라의 영상분리를 이용한 이동체의 거리계측

Distance Measurement of Moving objects with an Image Separation Method

강 성 윤*, 김 윤 호**

Sung-Yun Kang*, Yoon-Ho Kim**

요 약

오늘날 컴퓨터의 자체적인 기술력의 폭발적인 증가와 더불어 최근의 진보된 다양한 시그널 프로세싱 기술로 인해 컴퓨터 게임은 다수의 HCI(Human Computer Interface)를 확보할 수 있게 되었다. 이러한 방식으로 확보된 인터페이스는 다양한 방식으로 응용 축소 간소화되어 발전되어왔으며 이를 통해 게임 산업에서 이러한 진보된 인터페이스를 이용해 다양한 외부기기를 이용한 게임 개발 분야가 점차 크기를 늘려가고 있다. 사용자는 기존의 키보드와 마우스를 이용한 인터페이스 외에도 다양한 인터페이스를 통해 콘텐츠와 상호작용하기를 원한다. 닌텐도의 가정용 게임기인 Wii는 발전하고 있는 인터페이스를 적극적으로 활용하여 큰 성공을 거둔 사례가 된다. 때문에 본 논문에서는 이러한 기능성 게임의 새로운 인터페이스를 개발하고자 하는 일환으로 영상인식 기반의 인터페이스를 연구하고자 한다.

Abstract

Today, computer game is signal processing technology that is various. It could secure many HCI (Human Computer Interface). In this way, a variety of secured interface simplifies the way applications are reduced through the game industry has evolved from it by using the advanced interface to external devices using a variety of game development is going to increase gradually the size. Users with an existing keyboard and mouse interface with a variety of interfaces also want to interact with content. Nintendo's Wii due to the development of interfaces with utilizing the great success stories is. In this paper, because this functionality to develop a new interface of the game as part of image recognition-based interfaces were analyzed.

Keywords : 기능성게임, 영상분리, 경계 추적, 무게 중심법

I. 서 론

2006년까지 콘솔형 비디오 게임기 시장에서 소

* (주)미디어웍, ** 목원대학교 컴퓨터공학부

• 제1저자(First Author) : 강성윤, 교신저자(Corresponding Author) : 김윤호
• 접수일자 : 2010년 3월 5일, 2010년 4월 14일 심사완료

니의 15% 수준에 불과하던 닌텐도는 ‘위(Wii)’라는 게임기를 선보이면서 2009년 초반에 소니 ‘플레이스테이션’을 무려 40% 이상 앞서게 된다. 이는 바로 게임 본연의 오락적 요소에 스포츠라는 기능을 결합한 체감형 기능성 게임을 소비자가 선호하기 때문이다. 현재 닌텐도 Wii와 같은 기능성 게임이 가정에 보급되면서 점차 기능성 게임에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한, 2008년 7월부터 시행된 노인 장기요양보험제도의 도입으로 말미암아 노인 요양시설이 급증하는 가운데 고령자들의 건강을 위한 기능성 게임의 필요성이 대두되었다. 또한, 학교에서도 2009년 초등학교를 시작으로 중학교, 고등학교에 저체력학생에 대해 관리 및 지원을 강화하기 위해 학생 평가제를 실시한다. 이에 운동을 즐기면서 흥미를 잃지 않도록 유지시켜주는 체감형 기능성 게임 콘텐츠를 개발하여 남녀노소 운동이 필요한 모든 사람들의 재활, 비만 및 건강을 돕거나 해결하도록 하고 있다. 이러한 기능성 게임 중 일부는 실시간 물체를 탐지하고 추적요구하기 때문에 물체 탐지와 추적 알고리즘이 요구된다[1]~[4].

본 논문에서는 특징 점 탐지 및 추적을 위해서 기존의 물체 추적 알고리즘을 분석하여 제한적인 공간에서 물체추적에 적합한 영상분리 알고리즘을 적용하여, 단일카메라를 통해 연속적으로 입력되는 영상을 분석하여 추적 물체의 특징 점(유클리드 선)을 찾아내고 이를 토대로 물체의 크기 및 중심점을 추적할 수 있도록 구현하였다.

본 논문의 제2장에서는 기존의 연구방법을 간단히 분석하고, 제3장에서는 물체의 특징 점 탐지 및 추적을 위한 영상분리 알고리즘을 제안하였으며, 제4장에서는 제3장에서 제안한 알고리즘을 적용하여 제한된 공간에서 움직이는 물체의 특징 점을 찾아내어 물체의 크기 및 중심점을 추적하도록 구현하였으며, 제5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시하였다.

II. 관련 연구

II- I. 칼라 영역

색상모델의 좌표는 3원색의 각각이 하나의 축을 이루고 있으며 구체적인 하나의 색은 이 좌표계 내에서 하나의 점을 나타낸다. 이러한 좌표계는 하나만 존재하는 것이 아니라 용도에 따라 많은 종류의 좌표계가 존재한다. 예를 들면, RGB모델은 칼라 CRT모니터나 컴퓨터 그래픽스분야에서 사용하는 모델이고, YIQ는 TV방송을 위한 색상모델, CMY는 칼라영상의 출력력을 위해 프린터에서 사용하는 색상모델이다. 사람이 색을 인지하는 모델과 가까운 직관적인 모델로 색상, 채도, 명도를 다루는 시스템은 HSI색상 모델을 사용한다.

RGB모델은 그림 1과 같이 컴퓨터그래픽스에서 사용하는 직각 좌표계이다. RGB는 “빛”의 삼원색이며 각각을 적당히 더하여 원하는 칼라를 만들어 낸다. RGB를 더하기 3원색이라고 하는 것은 R, G, B를 적당히 첨가하여 원하는 색을 만들어 내기 때문이다.

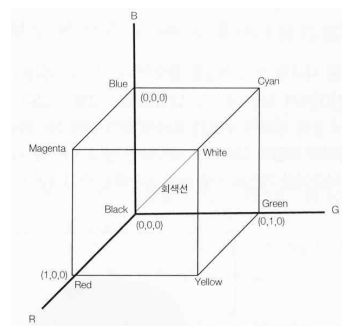


그림 1. RGB칼라 육면체

Fig. 1. RGB color cube

YIQ모델은 PAL, NTSC에서 사용하는 칼라모델로써, Y요소는 밝기 값에 대한 정보를 나타내고 I 요소와 Q요소는 색상 정보를 나타낸다. RGB모델을 YIQ모델로 변환하는 변환식은 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.229 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.528 & 0.311 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

CMY는 “색”의 3원색이며 청록, 자홍, 노랑으로 구성된다. 이것은 RGB모델과 반대의 공간이며, 그림 2와 같이 RGB는 더하기 3원색이었는데 반해 CMY는 빼기 3원색이라고 한다.

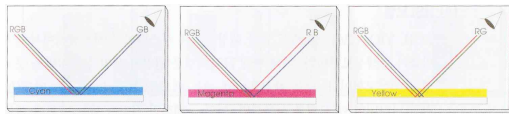


그림 2. 색 흡수에 의한 CMY모델
Fig. 2. CMY model of the color absorption

RGB모델을 CMY모델로 변환하는 변환식은 C, M, Y는 각각 R, G, B의 보색이기 때문에 변화값이 0~1사이값이라고 할 경우 다음과 같다.

$$\begin{aligned} C &= 1 - R \\ M &= 1 - G \\ Y &= 1 - B \end{aligned} \quad (2)$$

RGB, YIQ, CMY등의 색상모델은 시스템이나 하드웨어의 사용을 위해 만들어진 색상모델이다. 반면 HSI모델은 인간의 색인지에 기반을 둔 사용자 지향성의 색상모델이다. H는 색상, S는 채도, I는 명도를 각각 나타내며 이 모델을 사용하면, 어떤 구체적인 칼라를 만들기 위해 색을 조합할 필요가 없다. 바로 좌표축 H 자체가 색상을 나타낸다.

그림 3과 같이 색상(H)은 빨강, 파랑, 노랑 등의 색을 구별하기 위해 사용되는 축으로의 범위를 가진 각도 값으로 나타낸다. 채도(S)는 순색에 첨가된 백색광의 비율을 나타내며 0~1의 범위를 가진 반지름에 해당한다. 명도(I)는 빛의 세기를 나타낸다. 0~1 사이의 값을 가진다. 0은 검정, 1은 흰색을 나타낸다.

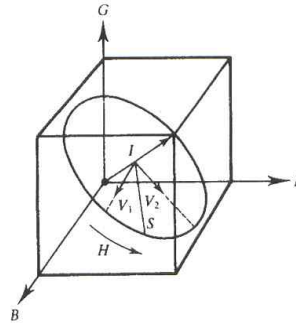


그림 3. HSI칼라 모델
Fig. 3. HSI color model

II-II. 추적 알고리즘

기존의 추적 알고리즘은 영역기반의 방법[5], 윤곽선 기반의 방법[6], 시공간 경사법[7], 무게 중심법[8], 정합법[9] 등이 있다.

영역 기반의 방법은 연속 영상에서 연결된 영역을 구하고 상관관계 측정을 이용하여 움직이는 물체를 추적하는 방법으로, 현재의 배경을 측정하여 입력되는 영상과의 차영상에서 물체를 검출하므로, 혼합한 물체의 상태에서 각각의 물체를 분할해야 하는 단점이 있다. 윤곽선 기반의 방법은 물체의 경계인 윤곽선을 표현하고, 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 방법이다. 시공간 경사법은 물체의 이동으로 인하여 생기는 밝기의 시간적 변화도와 공간적 변화도 사이의 상관관계로부터 이동 변위를 추출하는 방법으로 추적 물체가 회전운동을 하거나 물체의 움직임이 클 경우 추적의 어려움이 있다. 무게 중심법은 각 시변 영상을 표적과 배경으로 분리하여 이진화 한 후 표적의 중심을 추출하여 그 중심의 변화로부터 표적의 이동정보를 검출한다. 비교적 계산이 간단하며 계산량 감소를 위해서 물체의 최대 이동 추정 변위에 제한을 둘 필요는 없으나 시변영상을 표적과 배경으로 정확히 분리하는데 어려움이 있다. 정합법은 틀 영상에서 화소 자체의 정보나 또는 물체의 특징을 추출하여 탐색 영역을 이동하면서 유사성이 최대인 정합점을 찾는 방법으로 시변 물체의 밝기

변화, 물체의 확장 및 축소, 그리고 물체의 회전에 적절하지 못하는 단점이 있다[10].

III. 실시간 위치추적 방법

그림 4는 실시간 위치 추적 시스템의 영역의 추출과 추적에 근거한 이동체 획득 알고리즘이다. 입력된 동영상 프레임 내에서 영역 분리를 수행하면 이동체와 유사한 칼라를 갖는 영역들이 추출이 된다. 이 영상을 다시 노이즈필터링을 이용하여 이동체외의 유사칼라를 제거하여 이동체의 중심점과 크기를 구한다. 그리고 구하여진 크기와 중심점을 이용하여 이동거리 및 위치추적에 사용한다.

III- I. 영역 분리

칼라 정보를 이용하여 영상을 분리하는 것은 시간과 비용이 많이 필요하다는 단점을 갖고 있지만, 특정한 색상을 갖는 영역을 분리하기 위해 칼라 정보를 사용하는 것은 밝기 값을 이용하여 영역을 분리하는 것보다 매우 좋은 성능을 갖는다.

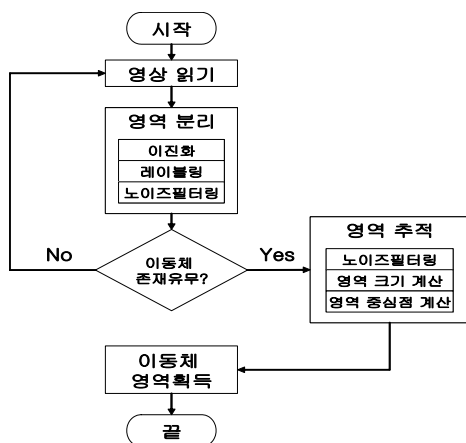


그림 4. 이동체 획득 알고리즘의 제어흐름

Fig. 4. Algorithm that acquire this Moving objects

일반적으로 칼라 영상을 표현하기 위해서는 표준화 되어 있는 RGB 색상모델이라는 것을 사용하

여 각 채널별로 이진화 한다.

RGB 색상 모델을 그림 5와 같이 이진화 하기 위해서 적절한 임계값을 적용해야 하며 추출되는 영역이 노랑색을 갖는 영역으로서 이동체에 해당된다. 적절한 임계값은 실험에 의해 획득되는 경험적 지식을 사용하거나 변화하는 환경에 적응할 수 있는 학습모듈을 추가함으로써 얻을 수 있다.

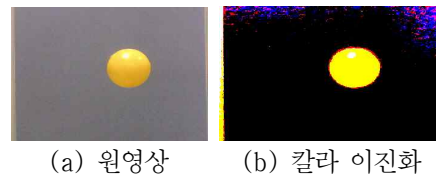


그림 5. 칼라 이진화 과정

Fig. 5. Color Binarization

III- II. 레이블링 알고리즘

적절한 임계값을 적용함으로써 이진화된 결과를 하나의 동일한 영역으로 할당하기 위해 경계 추적에 의한 레이블링 알고리즘을 사용한다.

본 논문에서 사용하는 알고리즘은 Grassfire 알고리즘이다. Grassfire 알고리즘은 그림 6에서와 같이 마른잔디에서 불이 번져나가는 모양과 비슷하게 화소를 레이블링하기 때문에 붙여진 이름이다. 이 방법은 재귀호출을 이용하여 모든 인접 요소가 레이블링될 때까지 현재 대상화소의 주변 인접화소를 차례로 검사하면서 레이블링하는 방법이다[11][12].

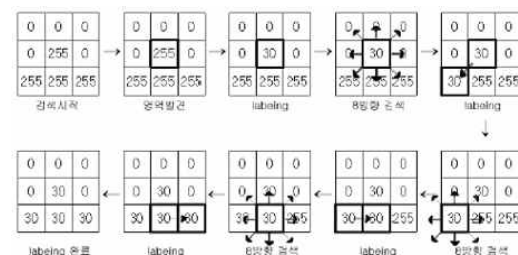


그림 6. Grassfire 레이블링

Fig. 6. Labeling of Grassfire

최종적으로 각 영역에 레이블링 할당되면 영역들중에서 크기가 작은 것들은 이동체 영역에 해당될 가능성이 매우 작기 때문에 레이블을 삭제한다. 경계 추적에 의한 레이블링 알고리즘은 다음과 같다.

```
for(y 방향으로 스캔) {
  for(x 방향으로 스캔){
    if( 경계검출 ) {
      (x, y) = 레이블;
      if(너무작은 영역의 경계이면 무시한다.)
    }
  }
}
```

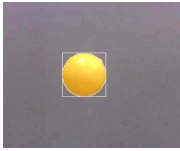


그림 7. 레이블링
Fig. 7. Labeling

그림 7은 입력영상에 적절한 임계값을 적용하고 레이블링 알고리즘을 수행한 후 크기가 작은 영역들을 삭제한 결과 영상이다.

III-III. 이동체의 중심좌표 계산

무게 중심법은 영역의 중심을 추출하여 그 중심의 변화로부터 물체의 이동정보를 검출한다.

그림 8은 식 (3)의 방법을 이용하여 비교적 쉽게 무게 중심을 정확히 추출하고 계산량이 적어서 실시간적인 객체 추적에 유리하다. 여기서 n은 영역에 포함되는 픽셀의 수를 의미한다.

그림 9는 입력영상으로부터 레이블링된 영역을 추출하여 무게 중심을 구하고 그 위치에 중심점(십자)을 표시한 결과이다.

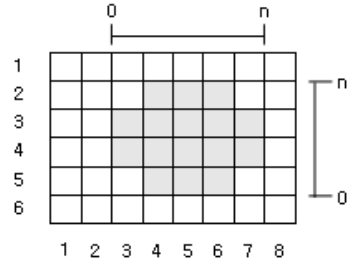


그림 8. 무게중심 추출

Fig. 8. The center of gravity is to extract

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \quad (3)$$

$$y = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} y_i$$



그림 9. 중심좌표 추출

Fig. 9. Coordinates of the center is to implement

III-IV. 이동체의 거리계산

단일 카메라로부터 일정한 거리만큼 떨어진 물체의 거리를 별도의 장비 없이 측정하기는 약간 어려운 일이 아니다. 하지만 구형의 형태의 이동체인 경우는 그 크기를 산출하여 거리를 계산할 수 가 있다.

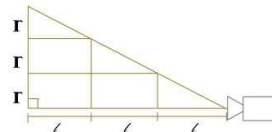


그림 10. 직각삼각형의 밑변과 높이 관계

Fig. 10. Base and the height of a right triangle

그림 10에서 카메라로부터 만큼 떨어진 이동체의 반지름의 크기가 r이라고 가정하면 2만큼 떨어질 경우 그 크기는 만큼 감소한다. 계속해서 3만큼

떨어질 경우 그 크기는 만큼 감소함을 알 수 있다.

즉, 입력된 영상을 통해 얻은 크기(R)을 이용하여 떨어진 거리(L)를 구하면 (식4)와 같다.

$$L = l \times \frac{r}{S} \quad (4)$$

IV. 실험결과 및 분석

IV- I. 실험 환경

본 실험은 동일한 배경의 환경에서 카메라의 움직임이 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없다는 특수 환경으로 제약하고 입력영상을 실시간으로 받아들여 추출한 위치를 탐지하고, 그 위치를 추적하는 실험을 하였다. 본 논문에서 제안한 방법의 구현을 위해 Visual C++을 이용하였고, 카메라는 WebCam을 이용하였고, Xeon 3.4GHz X 2, RAM 2GB의 PC에서 Microsoft Window XP 운영체제하에서 실험하였다. 배경영상과 입력영상의 크기는 350 X 280 의 24bit 칼라영상을 이용하였다.

IV- I. 실험 결과

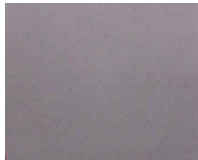


그림 11. 배경영상
Fig. 11. Background image

그림 11은 배경영상으로 고정 카메라에서 배경의 변화가 심하지 않는 제한된 환경에서 선택된 영상이다. 적절한 임계값을 구하기 위해 그림 5의 원 영상에서 그림 12는 임계값을 변화를 주어 이진화한 영상이다. 영상을 통해 140의 임계값을 입력하였을 때, 이동체의 노란색 영역이 잘 보이는 것을 알 수 있다.

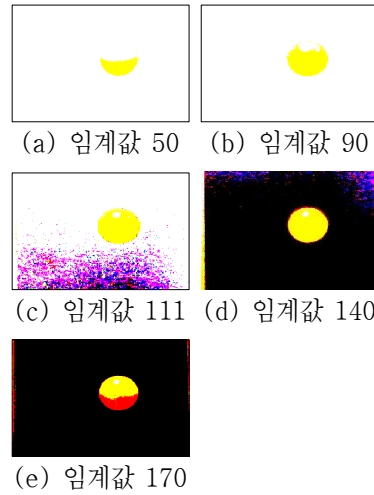


그림 12. 임계값 추적
Fig. 12. Critical value Tracking

그림 13은 초기 입력영상으로 카메라로부터 50mm 떨어진 이동체의 입력 영상이다. (식 5)를 이용하여 이동체의 평균 반지름을 구하였다.

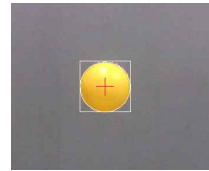


그림 13. 50cm 떨어진 곳의 이동체
Fig. 13. Moving object is at a distance of 50cm

$$Average R = \frac{(X축 최대길이 + Y축 최대길이)}{4} \quad (5)$$

구한 반지름을 토대로 그림 14의 이동체 100cm, 150cm에서 거리를 측정하였다. 이동체를 측정한 결과는 <표 1~2>와 같다.

표를 보면 100cm에서는 5~9cm 150cm에서는 9~27cm의 차이를 보이고 있다.

표 1. 100cm 떨어진 곳의 이동체 거리 측정결과

Table 1. Moving object distance measurement of at a distance of 100m

측정횟수	측정거리(cm)	실제거리(cm)
1	95	100
2	95	100
3	91	100
4	95	100
5	91	100
:	:	:

표 2. 150cm 떨어진 곳의 이동체 거리 측정결과

Table 2. Moving object distance measurement of at a distance of 150m

측정횟수	측정거리(cm)	실제거리(cm)
1	131	150
2	123	150
3	131	150
4	140	150
5	131	150
:	:	:



(a) 100cm 떨어진 곳의 이동체 (b) 150cm 떨어진 곳의 이동체

그림 14. 이동체 거리 측정

Fig. 14. Moving Object Distance Measuring

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 이동체의 거리를 실시간으로 추출할 수 있는 새로운 알고리즘을 구현하고 실험하였다.

위 영상에서 이동체의 추적은 물체의 위치와 속도정보를 획득하는데 유용할 뿐만 아니라 향후 위치추적을 통한 3차원의 이동경로를 파악하여 벽에 충돌할 때의 위치를 획득하여 고가의 적외선 스캐

너를 대신할 시스템으로 유용할 것이다. 그러나 단일 카메라로 취득된 영상은 단순히 물체의 크기만을 고려하여 거리를 계산하기 때문에 추적범위가 제약된다. 물체의 거리를 보다 더 정밀하게 추적하기 위해서는 복수개의 카메라로 연속된 추적영역을 촬영하여 분석하는 방식을 이용할 수 있다. 본 논문에서는 직선으로 날아가는 물체의 위치 및 거리를 추적하였다. 제안된 방법에서는 영상분리를 통해 나타낼 수 있는 경우를 적용하였으며, 노이즈 필터를 이용하여 물체의 크기측정성능 및 처리속도를 향상시켰다. 향후 다중카메라를 이용한 물체의 거리측정에 대한 다양한 방법을 제안하여 보다 개선된 영역 추출 방법과 3차원적 추적방법을 진행하도록 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] Peng Lu, Yufeng Chen, Xiangyong Zeng, and Yangsheng Wang, "A Vision Based Game Control Method", IEEE international workshop on human-computer 2005. October, 21, 2005
- [2] David Michael and Sande Chen, "Serious Games : Games that educate, train, and inform", Course Technology PTR, 2005
- [3] 이대웅, "기능게임에 관한 연구", 상명대학교 자연과학연구소 자연과학 연구, 6권 0호 1999
- [4] 정고미라, "기능성게임의 현황과 전망", 게임산업저널, 2002
- [5] P. Salesmbier, L. Torres, F. Meyer and C. Gu, "Region-based Video Coding Using Mathematical Morphology." Proc. of the IEEE, Vol.83, No.6, pp.843-857, 1995.
- [6] M. Isard and A. Blake, "Contour Tracking by Stochastic Propagation of Conditional Density." In Proc. European Conf. Computer Vision, pp.343-356, 1996.
- [7] T. Augi, T. Ishihara, H.Nagahashi and T. Nagae, "Contour tracking and synthesis in image sequences." SPIE '95, pp.834-845, 1995.

- [8] R. Venkateswarlu, K. Sujata and B. Venkateswara, "Centroid tracker and aim point selection." SPIE, Acquisition, Tracker and Pointing IV, Vol.1697, pp.520-529, 1993.
- [9] Hamid Naseri and John A. Sttler, "Segmentation motion estimation." ICASSP, pp.1906-1910, 1996
- [10] 임용호, 백중환, 황수찬, "퍼지 예측을 이용한 이동 물체 추적", 한국항해학회 논문지, Vol.5, No.1, pp.26-36, 2001
- [11] 정동훈, "차량측량시스템을 위한 카메라 검교정 및 3차원 위치결정에 관한 연구", 2004,
- [12] 권혁중, 배상근, 김병국, "스테레오 CCD 카메라를 이용한 이동체의 실시간 3차원 위치추적", The Journal of GIS Association of Korea, Vol.13, Vo.2, pp.129-138, July 2005

강 성 윤 (姜成倫)



- 2004년 2월 : 서울산업대학교 기계공학부(공학사)
- 2008년 2월 : 목원대학교 공학석사
- 2004년 1월~현재 : (주)미디어워크 개발팀장

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전 등

김 윤 호 (金允鎬)



- 1997~현재 : 목원대학교 컴퓨터공학부 교수
- 2005~2006 : University of Auckland, NZ 연구교수
- 2008~현재 : Korea Delegate in ISO/TC223

IEEE, 대한전자공학회, 한국통신학회 정회원/ 한국디지털컨텐츠학회, 한국해양정보통신학회, 한국항해학회 종신회원 / 멀티미디어 기술사.

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 뉴로퍼지, IT 정책, 방재 정보통신 등

디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 설계

The Modeling of Seat Assignment Reservation System for Digital Library

김 진 봉*

Jin-Bong Kim*

요 약

현재 인터넷을 통한 예약은 공연예술, 영화관, 운동경기장, 항공, 기차 등 많은 분야에서 이루어지고 있다. 대학도서관이나 공공 도서관에서도 디지털 라이브러리를 위한 예약시스템이 도입되고 있다. 그러나 대부분의 예약 시스템들은 예약 기능만을 중요시하고 있어서 한정된 예약자원을 효율적으로 관리하기에 많은 어려움이 있다. 한정된 예약 자원의 배정 및 관리방식이 중앙 집중식 관리로 처리되고 있기 때문에 사용자들의 선호도를 고려하지 않고 예약이 이루어지고 있다. 예약 시스템의 효율적인 관리와 현대 서비스 산업에서 중요한 사용자들의 예약 만족도를 향상시키는 것은 예약 시스템에서 가장 중요한 부분이다. 본 논문에서는 이러한 예약 시스템에서 일어날 수 있는 문제점들을 해결하기 위해서 객체지향개념을 기반으로 사용자 선호도와 예약 만족도를 고려하여 예약스케줄링을 수행한다. 사용자들의 만족도를 높이기 위해서 전체 사용자들에 대한 선호도보드를 참조하여 사용자들의 우선순위에 따라서 좌석을 배정한다.

Abstract

Now we are making a reservation through the internet in most fields like a performance art, movie theater, sports arena, airline, train etc. College library or public library is introducing the reservation system for digital library, too. However most systems make a reservation without user's preference on-line. These reservation systems had problems without regard to user's preference in modern society. To solve these problems, the seat assignment reservation system for digital library proposed in this thesis is based on object-oriented concepts. Considering user's preference and reservation satisfaction, the events of every object are allotted to the seat assignment board along its priority.

Keywords : Reservation, User's Preference, Seat Assignment

I. 서론

현재 인터넷을 통한 예약은 공연예술, 영화관,

* 안산공과대학 컴퓨터정보과

• 제1저자(First Author) : 김진봉, 교신저자(Corresponding Author) : 김진봉
• 접수일자 : 2010년 3월 16일, 2010년 4월 15일 심사완료

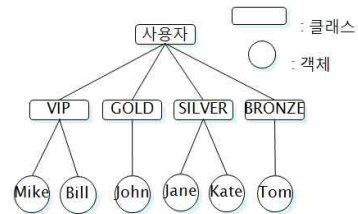
운동경기장, 항공, 기차 등 많은 분야에서 이루어지고 있다. 대학도서관이나 공공 도서관에서도 디지털 라이브러리를 위한 예약시스템이 도입되고 있다.[1] 그러나 이러한 대부분의 예약 시스템들은 예약 기능만을 중요시하고 있어서 한정된 예약 자원을 효율적으로 관리하기에 많은 어려움이 있다. 한정된 예약 자원의 배정 및 관리방식이 중앙 집중식 관리로 처리되고 있기 때문에 사용자들의 선호도를 고려하지 않고 예약이 이루어지고 있다. 예약 시스템의 효율적인 관리와 현대 서비스 산업에서 중요한 사용자들의 예약 만족도를 향상시키는 것은 예약 시스템에서 가장 중요한 부분이다. 본 논문에서는 이러한 예약시스템에서 일어날 수 있는 문제점들을 효율적으로 처리하기 위해서 사용자들의 예약 만족도를 높일 수 있는 예약시스템을 개발하고자 한다. 대부분의 예약시스템들은 복합 스케줄링 기법과 밀접한 관련이 있다. 복합 스케줄링 문제는 기획(planning), 스케줄링(scheduling), 제약만족문제(CSP), 객체지향개념, 에이전트 시스템, 예약정보 시스템 등의 분야와 관련이 있다.[2][3] 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템은 사용자들의 디지털 라이브러리 이용 정보와 사용자 선호도를 고려하여 예약시스템들의 문제를 해결한다.[4][5] 본 논문에서는 객체기반 예약스케줄링기법을 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템에 적용하여 사용자들의 좌석배치에 대한 만족도를 향상시키고자 하였다. 사용자들의 만족도를 높이기 위해서 사용자들의 이용정보와 전체 사용자들에 대한 선호도보드를 참조하여 사용자들의 우선순위에 따라서 디지털 라이브러리의 좌석을 배정한다. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 제약은 전역 제약과 지역제약으로 구성된다. 우선순위에 따라서 사용자들은 제약을 만족하면서 최적의 좌석을 배정받는다. 실제로 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템을 모의 실험하여 사용자들의

만족도를 살펴보았다.

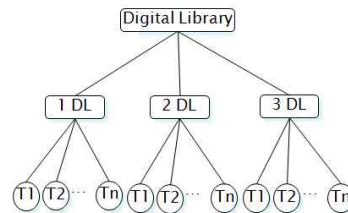
II. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 기법

1. 디지털 라이브러리 좌석배정 예약시스템의 구성

디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템은 객체지향 개념을 기반으로 클래스 간에는 계층을 갖고 있으며, 계층구조는 트리 구조이다. 그림 1은 디지털 라이브러리에서 좌석자원 예약을 위한 클래스와 객체를 간단히 보여준다.



(a) 사용자에게 대한 클래스와 객체



(b) 디지털 라이브러리에 대한 클래스와 객체

그림 1. 클래스와 객체

좌석배치도는 사용자들에게 배정되는 자원으로 연속된 슬롯(slot)들로 구성되고, 슬롯의 개수와 좌석배치도의 개수는 디지털 라이브러리에 따라서 정해진다. 사건(event)은 목표인 좌석배치도에 배정할 기본 단위로서 사건의 이름과 필요로 하는 슬롯의 수로 구성된다. 제약은 전역 제약과 지역 제약으로 구성된다. 전역 제약은 좌석배치도의 크기와 개수, 사건에 대한 정보가 있고, 지역 제약은

각 사용자들의 좌석배치도 슬롯에 대한 선호도로써 내부적으로 $[0, 1]$ 의 값을 갖는다. 각 사용자들의 사건들과 지역 제약들은 큐(queue)로 객체 내에 있고, 제약 큐는 선호도를 가지고 있다.

2. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 기법

디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 기법은 객체(사용자)에 근거한 우선 순위방식을 이용하는데, 자원을 얻기 위해서 서로 경쟁하는 객체들 중에서 객체가 가지는 우선순위에 의해서 결정을 한다. 그러나 전체적인 만족도를 고려하여 어느 특정객체의 우선순위가 가장 높더라도 스케줄링 큐에 있는 다른 객체가 전체 만족도를 높인다면 전체만족도를 높이는 객체가 먼저 자원을 얻게 된다. 초기 값은 각 객체가 상속하는 상위 클래스에서 상속을 받게 된다. 기본적인 구동모습은 그림 2 와 같다.

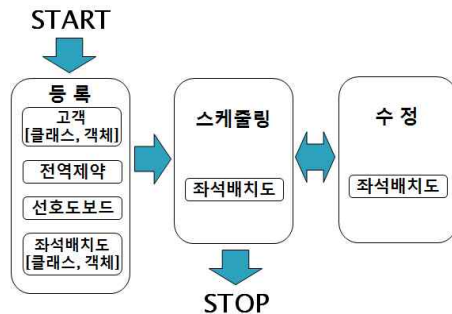


그림 2. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 구동모습

객체(사용자)를 등록할 때는 객체가 소속될 클래스를 명시해 주어야 하며 예약 스케줄링을 하게 될 사건들과 좌석배치도에 대한 선호도를 갖고 있다. 각 객체는 사건 큐와 제약 큐를 가지고 있다. 좌석배치도에 대한 선호도는 좌석배치도의 행의 이름들과 열의 이름들로 표현하고, 좌석배치도의 선호도는 $[0,1]$ 의 값을 갖는다. 선호도 값이 1 이

면 그 좌석에 제일 배정되고 싶다는 것을 의미하며, 좌석의 선호도 값이 0 이면 그 좌석에 배정되고 싶지 않다는 것을 의미한다. 선호도들의 리스트는 선호도에 대한 제약 큐에 들어가며 객체에 소속되어 지역 제약으로 이용된다. 각 좌석배치도의 선호도는 객체 내에 있으며 선호도는 (선호도, 행, 열)로 표현된다. 예약 스케줄링 할 때에 사용자들의 충돌을 최대한 예방하고, 사용자들의 예약 만족도를 향상시키도록 전체 사용자들에 대한 선호도보드를 이용하였다. 예약 스케줄링에서 선호도 슬롯 수를 제한할 수 있고, 이는 전역 제약에서 제한할 수 있다.

3. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 알고리즘

디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템에서는 백트래킹을 줄이도록 사용자의 우선순위에 따라서 스케줄링을 한다. 전체 사용자에 대한 선호도보드는 사용자 전체의 좌석배정에 대한 선호도를 나타내는 보드이다. 이 전체 사용자에 대한 선호도보드를 이용하여 사용자들은 자신이 선호하는 슬롯들중에서 스케줄링을 한다. 전체 사용자들의 예약만족도를 높이기 위해서 특정 사용자가 선호하는 슬롯들중에서 다른 사용자들이 선호하지 않는 슬롯에 사건을 배정한다. 전체 사용자들에 대한 선호도보드를 이용하면 사용자들의 충돌을 최대한 예방할 수 있고, 사용자들의 예약 만족도를 향상시킬 수도 있다.

그림 3. 은 사용자 John [GOLD, 선호도 (1.0, G, 4-9) => (0.5, H, 4-9)] 이 슬롯을 배정할 때 전체 사용자에 대한 선호도보드를 참조하는 예이다. 전체 사용자에 대한 선호도보드에서 사용자 John의 선호도가 가장 높은 슬롯은 G4, G5, G6, G7, G8, G9 이다. 이 슬롯들 중에서 선호도 지수가 가장 낮은 G4 슬롯이 선택된다.

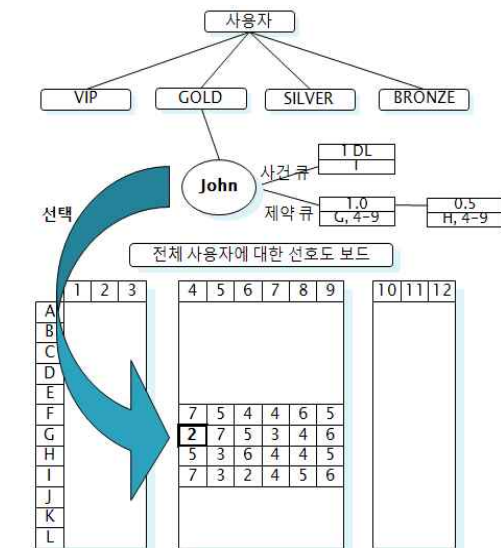


그림 3. 전체사용자에게 대한 선호도보드 참조

또한, 예약 스케줄링이 완성되었어도 나중에 객체가 예약을 취소하였을 경우에는 교정을 할 수 있도록 하였다. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약 스케줄링의 알고리즘은 그림 4 와 같다.

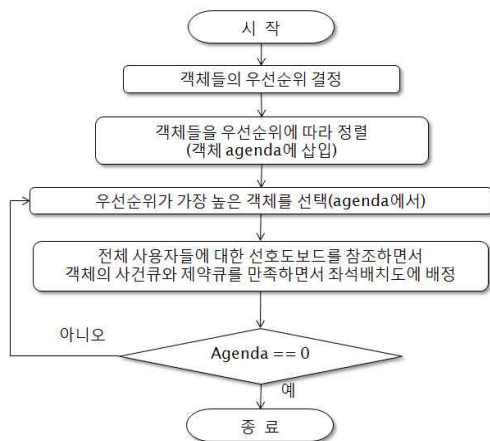


그림 4. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 알고리즘

III. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템의 설계

본 논문은 디지털 라이브러리를 위한 사용자의

만족도를 높이기 위한 예약시스템으로 RSDL(Reservation System for Digital Library)의 구조를 제안한다. 그림 5 는 RSDL의 시스템 구조도이다. RSDL의 가상공간 모델링은 크게 실행 모델링 부분(Runtime Component Modeling)과 서비스 모델링 부분(Service Component Modeling)으로 구성된다.

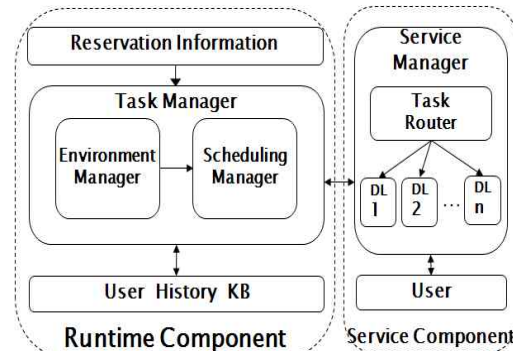


그림 5. RSDL 시스템의 구조도

1. 실행 모델링(Runtime Component Modeling)

실행 모델링은 사용자들의 예약 정보로부터 예약을 실제로 수행한다. 타스크 관리자(Task Manager)는 RSDL의 가장 중요한 부분으로 상황 관리자 모듈(Environment Manager)과 스케줄링 관리자 모듈(Scheduling Manager)로 나뉜다. 상황 관리자 모듈은 사용자 예약 지식정보(User History KB)에서 사용자들의 디지털 라이브러리 이용정보와 현재 사용자의 회원정보 및 선호도정보를 통하여 사용자의 상황정보를 추출한다. 스케줄링 관리자 모듈은 상황 관리자 모듈에서 추출한 상황정보를 이용하여 실제로 예약스케줄링 알고리즘을 통하여 사용자의 좌석을 배정하고, 배정된 정보 및 서비스해야 될 일들을 결정한다.

2. 서비스 모델링(Service Modeling)

서비스 모델링은 RSDL의 작업 단위에서 수행할 서비스들에 대한 인터페이스와 관련된 부분을

지원한다. 타스크 라우터 모듈(Task Router)은 타스크 관리자에서 처리된 결과정보를 적절한 디지털 라이브러리(DL)에 배정하는 역할을 한다. 라우팅의 기본원리는 사용자와 상호작용을 하여 결과 정보를 전송한다.

IV. 평가 결과

본 연구는 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약 스케줄링 문제에 모의실험을 하였으며, 각 객체들의 회원구분에 따라서 스케줄링의 우선순위가 정해지고, 좌석배치도의 선호도 차이도 존재한다. 이러한 제약들이 존재하는 환경에서 객체들의 예약 스케줄링 선호도와 주어진 제약을 만족하면서 객체를 좌석배치도에 배정한다. 그리고 객체의 예약 취소로 예약 스케줄링이 변경될 때에도 수정이 가능하다. 또한, 예약 스케줄링의 결과에 대한 평가 함수를 정의하여 결과가 얼마나 객체의 요구에 만족되었는지를 모의실험 했다. 예약 스케줄링의 결과에 대한 평가 함수를 이용하여 결과가 얼마나 사용자의 요구에 만족되었는지를 살펴본다. 사용 평가 함수에서 만족도는 $[0, 1]$ 의 값을 갖고, $DL1(x_i)$ 는 각 객체 x_i 가 좌석배치도에 대한 경쟁이 전혀 없을 경우에 가질 수 있는 최대 만족도(본 논문에서는 최대만족도를 1로 정하고 실험을 하였다)라 하고, $DL2(x_i)$ 는 각 객체들이 상호 경쟁하면서 사건을 배정할 경우에 대한 x_i 의 만족도라 하였다. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약스케줄링의 전체 만족도(Improved Digital Library Satisfaction, IDLS)는 다음과 같다.

$$IDLS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{DL2(x_i)}{DL1(x_i)}$$

좌석배정 예약 스케줄링의 만족도를 비교한 결과는 그림 6 과 같다. 그림 6 에서 DLS (Digital

Library Satisfaction)는 전체 사용자에게 대한 선호도보드를 사용하지 않은 경우의 결과이고, 개선된 IDLS 는 전체 사용자에게 대한 선호도보드를 사용한 경우의 결과를 보여준다. 그림 6 에서 전체 슬롯에 대해서 보드 선호도 비율을 증가시키에 따라서 전체 사용자들의 만족도가 높아지고 있다. 또한, 전체 사용자에게 대한 선호도보드를 사용한 경우의 결과(IPSD)가 사용자에게 대한 선호도보드를 사용하지 않은 경우(PSD)의 결과보다 사용자 만족도가 향상되었음을 알 수 있다.(그림 6 에서 A/T 는 $\#assigned\ slot / \#total\ slot$)

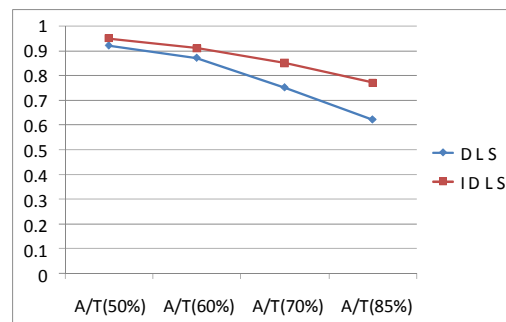


그림 6. 좌석배정 예약스케줄링의 만족도 비교

V. 결론 및 논의

대부분의 예약 시스템들은 예약 기능만을 중요시하고 있어서 한정된 예약자원을 효율적으로 관리하기에 많은 어려움이 있다. 또한, 한정된 예약자원의 배정 및 관리방식이 중앙 집중식 관리로 처리되고 있기 때문에 사용자들의 선호도를 고려하지 않고 예약이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 예약 시스템에서 일어날 수 있는 문제를 해결하기 위해서 예약문제를 복합스케줄링 기법에 적용하였다. 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템은 객체지향개념을 기반으로 각 객체들이 가지고 있는 사건들을 주어진 제약들에 만족하도록 목표인 디지털 라이브러리의 좌석배

치도에 배정하는 기법이다. 각 객체들은 우선순위에 따라서 자원을 배정하고, 자원에 대한 객체의 선호도 차이를 가질 수 있게 하였다. 클래스에 따라서 우선순위를 가진 객체들은 제약을 만족하면서 최선의 슬롯을 선택하여 사건을 배정한다. 실제로 디지털 라이브러리를 위한 좌석배정 예약시스템을 모의 실험하여 사용자들의 만족도를 살펴 보았다. 앞으로 연구 방향은 사용자들의 좌석예약을 더욱더 쉽고 편하게 예약할 수 있고, 사용자들의 만족도를 높일 수 있는 예약 시스템을 개발하고자 한다.

김진봉



- 1990. 2. 홍익대학교 학사
- 1992. 2. 홍익대학교 대학원 이학 석사
- 2005. 8. 강원대학교 대학원 이학 박사
- 1998~현재 안산공과대학 부교수

관심분야 : 예약스케줄링, 유비쿼터스, 감성인식

참 고 문 헌

- [1] 김진봉, “고객중심의 도서관 좌석배정 예약시스템의 설계,” 한국정보처리학회 춘계학술발표 논문집 제17권 제1호, 2010.4.
- [2] 황현아, 임한규, “교통편 예약 에이전트 시스템 설계 및 구현” 정보처리학회논문지 제10권 제1호, 2003.2.
- [3] 김진봉, “객체기반 항공운항 스케줄링 기법,” 한국정보처리학회 추계학술발표 논문집 제13권 제2호, 2006.11.
- [4] 강민성, 김도현, 이상준, 안기중, 김장형, “사용자 중심의 효율적인 좌석 자원 관리 시스템 설계 및 구현” 한국해양정보통신학회논문지 제11권 제12호, 2007. 12.
- [5] 김진봉, “예약만족도를 고려한 공연예술 예약스케줄링 기법,” 한국컴퓨터산업교육학회 논문지 제10권 제4호, 2009. 10.

특이치 분해를 이용한 관성항법시스템의 고장검출 및 분리 기법과 성능 분석

Fault Detection and Isolation using Singular Value Decomposition for Inertial Navigation System

양 철 관*, 신 현 덕**

Cheol-Kwan Yang*, Hyun-Deok Shin**

요 약

현대 정보화 사회에서 교육의 시작 연령은 점점 낮아져 가고, 교육을 위한 매체의 활용도 다양화 되고 있다. 교육 및 정보를 얻는 수단으로 컴퓨터가 매우 중요한 부분을 차지하고 있으며 그 사용영역 또한 급격히 확장 되어가고 있다. 특히 컴퓨터 게임이라는 특수 영역으로의 확장이 두드러지고 있다.

컴퓨터 게임을 비롯하여, 각종 컴퓨터 문화가 청소년뿐만 아니라 모든 연령층에게 흥미를 유발하기 쉽다는 점에서 이러한 문화들을 청소년의 교육에 적절히 활용한다면 교육의 성취도와 효율 면에서도 큰 성과를 거둘 수 있을 것이다.

Abstract

In this paper, we propose a FDI method, which comes from singular value decomposition of measurement matrix for redundant sensors. We analyze the performance of the proposed FDI method by comparing with the GLT method in two ways such as FDI performance.

Keywords : Fault Detection and Isolation(FDI), Redundant Sensors, Singular Value Decomposition(SVD), Inertial Navigation System(INS)

I. 서 론

오늘날 각종 제어, 항법, 통신 시스템들은 매우 다양하고 복잡한 시스템들이 복합적으로 구성되어 하드웨어 및 소프트웨어의 구조가 복잡하게

되었다. 따라서 전체 시스템의 신뢰성(reliability) 확보에 대한 중요성이 커지게 되었고 전체 시스템의 신뢰성 확보는 부분적인 시스템들에 대한 신뢰성 향상을 통하여 이루어질 수 있을 뿐만 아니라 고장검출 및 분리 기법(FDI:Fault Detection and

* (주) 피에스시스템즈, ** 안산1대학 글로벌IT비즈니스과

• 제1저자(First Author) : 양철관, 교신저자(Corresponding Author) : 신현덕

• 접수일자 : 2010년 3월 25일, 2010년 4월 30일 심사완료

Isolation)이라는 개념에 의해서도 확보될 수 있다. 그러므로 고장검출 및 분리 기법에 대한 연구가 1960년대부터 활발히 진행되어 오고 있다 [1,2].

고장 검출 및 분리 기법은 크게 두 방향으로 연구가 진행되어오고 있는데 1960년대 후반부터 1980년대 초반까지는 주로 하드웨어 여분(hardware redundancy)을 이용한 기법들에 대한 많은 연구가 진행되었고 1980년대 초반부터 현재까지는 해석적 여분(analytic redundancy)을 이용한 기법에 대해서 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 하드웨어 여분을 이용한 기법은 단순히 센서 출력 값들을 비교하여 고장을 검출하고 분리하므로 이론적으로 간단하다는 장점이 있지만 구현에 따른 비용과 설치 장소 등의 문제가 발생하게 된다. 이에 비해서 해석적 여분을 이용한 기법은 시스템 내부의 동특성을 이용하여 하드웨어 여분 효과를 얻을 수 있으므로 구현에 따른 비용과 설치 장소 등의 문제를 해결할 수 있다. 그러나 서로 다른 물리량을 측정하는 센서들 사이의 관계식을 이용해야 하므로 이런 관계식을 구해야하는 문제가 있다. 또한 해석적 여분을 이용하여 고장 검출 및 분리를 수행하더라도 전체 시스템의 신뢰성 확보를 위해서는 여분의 하드웨어가 반드시 필요하게 된다. 특히 관성 항법 시스템(INS: Inertial Navigation System)은 관성 센서들(자이로, 가속도계)을 이용하여 항체의 위치, 속도, 자세 등의 항법 정보를 구하는 시스템으로 INS의 신뢰성 확보를 위해서는 관성 센서들에 대한 신뢰성 확보가 반드시 필요하므로 여분의 관성 센서들을 확보하는 것이 필수이다. 따라서 관성 항법 시스템과 같이 센서의 신뢰성 확보가 매우 중요한 시스템에서는 여분의 센서뿐만 아니라 센서에 대한 고장 검출 및 분리 기법이 반드시 필요하므로 하드웨어 여분을 이용한 고장 검출 및 분리 기법이 적합하다.

하드웨어 여분을 이용한 고장검출 및 분리 기법은 중복 센서(Redundant Sensors)를 장착하여 이들에 의한 정보를 상호 비교하여 고장을 진단하여 분리하는 것으로 패리티 식(parity equation) 발

생, 고장 검출 그리고 고장 센서 분리와 같은 세 단계의 과정이 순차적으로 이루어진다. 먼저 패리티 식은 입력 값(각속도, 가속도)에 독립이 되도록 하기 위해서 측정 행렬의 영 공간(null space)의 벡터들을 이용하거나 유수(residual)를 이용하여 발생한다. 이렇게 구해진 패리티 식을 문턱값(threshold)과 비교하여 고장을 검출하고 분리한다. 기존의 고장 검출 및 분리 기법에 관한 연구들은 다양한 방법을 통하여 패리티 식을 구성하였으며 패리티 식의 구성에 따라 고장 검출 및 분리 방법이 결정되었다. 기존의 방법들로는 look-up table을 이용하는 방법[3], 유수(residual)를 이용하는 방법[4], 패리티 공간(parity space)을 이용하는 방법[5], 최대 유사 확률을 이용하는 방법[6], 그리고 시간에 따른 여러 측정치들을 이용하는 방법[7,8,9,10] 등이 있다. 본 논문에서는 특이치 분해(Singular Value Decomposition: SVD)를 이용한 중복 센서의 FDI 기법을 제안하였으며 기법의 성능을 분석하기 위해서 기존의 방법인 GLT(Generalized Likelihood Test) 기법과 비교 분석을 하였다. 비교 방법으로는 FDI 성능 측면에서 몬테칼로 시뮬레이션을 수행하였다.

II. 문제 정의 및 기존의 FDI 기법

2.1 문제정의

본 절에서는 중복 센서를 이용한 센서 고장 검출 및 분리 기법에 대한 문제를 정의한다. 먼저 고장 신호와 측정 잡음을 고려한 n 개의 관성 센서에 대한 측정식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$m(t) = Hx(t) + \varepsilon + f \quad (1)$$

여기서

$m = [m_1 \ m_2 \ \dots \ m_n]^T$: n 개의 센서 측정치 (각속도 혹은 가속도)

H : n 개의 각각 센서들의 동체 좌표축에 대한 방향 벡터로 구성된 측정 행렬 ($H \in \mathbb{R}^{n \times 3}$, $n > 3$)

x : 동체 좌표축에 대한 입력 각속도 혹은 가속도 ($x \in \mathbb{R}^3$)

$\varepsilon = [\varepsilon_1 \ \varepsilon_2 \ \cdots \ \varepsilon_n]^T$: 센서의 측정 잡음 ($\varepsilon_i \sim (0, 1)$, $E[\varepsilon \varepsilon^T] = I_{n \times n}$)

$f = [f_1 \ f_2 \ \cdots \ f_n]^T$: 고장 신호 벡터 ($f \in \mathbb{R}^n$)

여기서 고장 신호 벡터와 센서의 측정 잡음은 서로 독립이라고 가정한다. 그리고 식(1)의 측정 행렬 H 에 대하여 식(2)를 만족하는 패리티 행렬 (L)이 항상 존재한다.

$$LH = 0 \quad (L \in \mathbb{R}^{(n-3) \times n}) \quad (2)$$

$LL^T = I$, $L = [l_{c1} \ l_{c2} \ \cdots \ l_{cn}]$, $|l_{ci}| = 1$ 식(2)를 만족하는 패리티 행렬 L 과 식(1)의 측정 식을 이용하여 다음과 같이 패리티식(parity equations) p 가 구하여진다.

$$p = Lm$$

문제정의

식(1)과 같은 측정식에 대하여 n 개의 중복 센서중 단일 고장이 발생하였을 경우 식(2)를 만족하는 패리티 행렬(L)을 이용하여 원하는 고장 검출 및 분리 성능을 만족하도록 해주는 단일 고장 검출 및 분리 기법을 설계하라.

2.2 최대 유사 확률을 이용한 기법(GLT 기법)[6]

GLT 방법은 여러 문헌에서 사용되어 온 가장 일반적인 FDI 기법으로 GLT 방법에 대하여 간략히 살펴보면 다음과 같다. 센서 시스템에 고장이 없는 경우를 H_0 라고 하고, 고장이 발생한 경우를 H_1 이라 하자. 정상적인 상황일 때는 $E[p] = 0$ 일 것이며, $E[pp^T] = LL^T$ 임을 쉽게 알 수 있다. 그러나 고장이 발생했을 때는 분산 값에는 변화가 없으나, 고장 신호의 영향에 의해 패리티 벡터의 평균값에 변화가 생기게 된다. 그러므로 패리티

벡터의 평균값을 통해 고장에 대한 정보를 얻을 수 있다.

$$H_0: p = Lm = LHx + L\varepsilon = L\varepsilon$$

$$E[p] = 0, E[pp^T] = LL^T$$

$$H_1: p = Lm = LHx + L\varepsilon + Lf = L\varepsilon + Lf$$

$$E[p] = Lf = \mu, E[(p - \mu)(p - \mu)^T] = LL^T$$

고장 검출 함수(FD)

측정 잡음 ε 이 가우시안(Gaussian)이므로 p 도 가우시안 랜덤벡터(Gaussian random vector)이며, H_0, H_1 두 가지 상황에 대해서 다음과 같은 조건 확률밀도 함수를 가진다. 아래의 P 는 확률을 나타내는 기호이다.

$$P(p|H_0) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1-n}{2}} |LL^T|^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{1}{2} p^T (LL^T)^{-1} p\right) \quad (3)$$

$$P(p|H_1) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1-n}{2}} |LL^T|^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{1}{2} (p - \mu)^T (LL^T)^{-1} (p - \mu)\right) \quad (4)$$

식(3)과 식(4)을 바탕으로 위의 두 가정에 대한 Log likelihood ratio $\Lambda(p)$ 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \Lambda(p) &= \max_p \ln \frac{P(p|H_1)}{P(p|H_0)} \\ &= \max_p \frac{1}{2} [p^T (LL^T)^{-1} p - (p - \mu)^T (LL^T)^{-1} (p - \mu)] \end{aligned} \quad (5)$$

식(5)를 만족시키는 최대 유사 추정치(Maximum likelihood estimate) 값을 $\hat{\mu}$ 라고 하면 위의 경우 $\hat{\mu} = p$ 가 된다. 그러므로

$$\Lambda(p) = \frac{1}{2} p^T (LL^T)^{-1} p \quad (6)$$

따라서 고장 검출 함수 (FD)를 다음과 같이 정의한다.

$$FD = p^T (LL^T)^{-1} p \quad (7)$$

고장 분리 함수

먼저 H_k 를 k 번째 센서에 고장이 발생한 상황으로 표시해 보자. 즉, $f_k = [0 \cdots 0 \ f_k \ 0 \cdots 0]$.

($k=1, 2, \dots, n$)

$$H_k : E[p] = Lf_k, \quad E[pp^T] = LL^T$$

$$\begin{aligned} \Lambda_k &= PR(p|H_k) \\ &= K \exp \left(-\frac{1}{2} [(p - Lf_k)^T (LL^T)^{-1} (p - Lf_k)] \right) \end{aligned} \quad (8)$$

위 식에서 K 는 상수이다. H_k 의 상황에서 f_k 의 최대 유사 추정치 $\hat{f}_k$ 의 값은 식(8)의 Λ_k 값이 최대가 될 경우이다. 그러므로 이는 식(8-1)이 최소가 될 경우로써 $\hat{f}_k$ 값은 식(9)와 같이 구하여진다.

$$\begin{aligned} & (p - Lf_k)^T (LL^T)^{-1} (p - Lf_k) \\ &= l_{ck}^T (LL^T)^{-1} l_{ck} \left\{ f_k - \frac{p^T (LL^T)^{-1} l_{ck}}{l_{ck}^T (LL^T)^{-1} l_{ck}} \right\}^2 \\ & \quad - \frac{\{p^T (LL^T)^{-1} l_{ck}\}^2}{l_{ck}^T (LL^T)^{-1} l_{ck}} + p^T (LL^T)^{-1} p \end{aligned} \quad (8-1)$$

$$\hat{f}_k = \frac{p^T (LL^T)^{-1} l_{ck}}{l_{ck}^T (LL^T)^{-1} l_{ck}} \quad (9)$$

여기서 $Lf_k = l_{ck} f_k$ 이다. 따라서 이 값을 식(8-1)에 대입한 후 정리하면 H_k 상황에서의 고장 분리 함수 (FI_k)를 아래와 같이 구할 수 있다.

$$FI_k = \frac{(p^T (LL^T)^{-1} l_{ck})^2}{l_{ck}^T (LL^T)^{-1} l_{ck}} \quad (10)$$

이와 같은 방식으로 주어진 p 에 대하여 총 n 개의 FI 함수를 얻을 수 있게 된다. 만약 FD 함수를 통해 고장이 확인되었을 경우, 전체 FI 함수 값을 체크하여 가장 큰 값을 보여주는 것이 FI_k 라면 k 번째 센서가 고장이 발생하였다고 판단한다.

III. 특이치 분해를 이용한 FDI 기법(SVD 기법)

본 절에서는 본 논문에서 제안하는 SVD 기법을 유도한다. 그 내용은 다음과 같다.

3.1 측정 행렬의 영 공간

최근에 수학적인 공학 문제들에서 해를 구하거나 분석을 하는데 있어서 특이치 분해(SVD)는 매우 유용하게 사용되고 있으며 많은 분야에 적용되고 있다. 이러한 SVD에 대해서 간략히 살펴보면 다음과 같다.

보조정리1[11]: 랭크(rank)가 r 인 임의의 $n \times m$ 행렬 H ($r < m$ and $r < n$)에 대해서 다음과 같은 형태로 변환 시켜주는 행렬 U, V 가 항상 존재한다.

$$U^* H V = \Lambda = \begin{bmatrix} \Sigma_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{혹은}$$

$$H = U \Lambda V^* = U \begin{bmatrix} \Sigma_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} V^*$$

여기서 $UU^* = U^*U = I_n$, $VV^* = V^*V = I_m$,
 $\Sigma_1 = \text{diag}\{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_r\}$, $\sigma_1 > \sigma_2 > \dots > \sigma_r > 0$,
 ()*는 complex conjugate transpose를 나타낸다.

■

$n(>3)$ 개의 관성 센서를 사용할 경우 보조정리 1에 의해서 측정 행렬 H 는 다음과 같이 나타내어진다.

$$H = U\Lambda V^*$$

$$\text{여기서 } U = [U_1 : U_2], \quad \Lambda = \begin{bmatrix} \Sigma_1 & \\ 0 & \Sigma_2 \end{bmatrix}_{(n-r) \times 3},$$

$$V = I_3, \quad \text{그리고 } U_1 \in \mathbb{R}^{n \times 3}, \quad U_2 \in \mathbb{R}^{n \times (n-3)},$$

$$\Sigma_1 \in \mathbb{R}^{3 \times 3}.$$

측정 식(1)은 다음과 같이 나타내어진다.

$$m = U\Lambda V^*x + \varepsilon + f. \quad (11)$$

식(11)의 좌측에 U^* 를 곱하면 다음과 같은 식이 구해진다.

$$U^*m = \Lambda V^*x + U^*(\varepsilon + f) \quad (12)$$

식(12)로부터 다음과 같은 식들이 얻어진다.

$$U_1^*m = \Sigma_1 Vx + U_1^*(\varepsilon + f)$$

$$U_2^*m = U_2^*(\varepsilon + f) \quad (13)$$

보조정리2: 측정식(1)에 대해서 다음과 같이 α 와 β 에 대하여 정의하자.

$$\alpha \equiv U_1^*m - \Sigma_1 Vx = U_1^*(\varepsilon + f) \quad (14)$$

$$\beta \equiv U_2^*m = U_2^*(\varepsilon + f) \quad (15)$$

여기서 U_1, U_2, V 는 측정 행렬 H 의 특이치 문제에서 얻은 행렬이고 $U = [U_1 : U_2]$ 이다. 그러면 $\varepsilon + f$ 는 다음과 같이 나타내어질 수 있다.

$$\varepsilon + f = U_1\alpha + U_2\beta$$

증명) 식(14)에 의해서

$$U_1\alpha = U_1U_1^*(\varepsilon + f) = (I - U_2U_2^*)(\varepsilon + f) \quad (16)$$

여기서 $UU^* = U_1U_1^* + U_2U_2^* = I$.

식 (1 6) 으 로 부 터 ,
 $\varepsilon + f = U_1\alpha + U_2U_2^*(\varepsilon + f) = U_1\alpha + U_2\beta$ 이다. ■

식(14)-(15)로부터 측정 행렬 H 에 대하여 α 와 β 는 각각 range space와 null space 컴포넌트(component)들이다. 즉, $\varepsilon + f = U_1\alpha + U_2\beta$ 이 의미하는 것은 $\varepsilon + f$ 이 측정 행렬 H 의 range space 컴포넌트와 null space 컴포넌트의 합으로 표현될 수 있다는 것이다. 여기서 U_1, U_2 그리고 β 는 알고있는 값이고 α 는 x 값을 모르기 때문에 알 수 없는 값이다. 그러므로 만약에 α 값을 정확히 알 수 있다면 $\varepsilon + f$ 값을 정확하게 구할 수 있다는 것을 의미하는데 이는 실제로 불가능한 것이다. 일반적으로 x 에 대한 최소 자승 추정자는 식(14)에서 $\alpha \equiv 0$ 일 경우로서 다음과 같다. 즉,
 $\hat{x}_{LS} = \Sigma_1^{-1}U_1^*m$. 그리고 $\hat{f} = (\varepsilon + f)_{\text{null}} = U_2\beta$ 이라고 하자. 여기서 $(\varepsilon + f)_{\text{null}}$ 은 측정 행렬 H 에 대한 $\varepsilon + f$ 의 영 공간 컴포넌트이다. 영 공간 컴포넌트 $\hat{f}$ 은 아래와 같다.

$$\hat{f} = U_2\beta = U_2U_2^*m = U_2U_2^*(\varepsilon + f) \quad (17)$$

식(15)에서 $p = \beta = U_2^*m$ 은 일반적으로 FDI 기법들에서 사용되는 패러티 벡터로써 측정 행렬 H 에 orthogonal 하다는 것 외에 다른 물리적 의미는 없다. 하지만 식(17)의 패러티 벡터 $p = \hat{f} = U_2U_2^*m$ 은 측정 행렬 H 에 대한 고장 신호와 측정 잡음의 영 공간 컴포넌트라는 의미를 포함하고 있다. 본 논문에서는 $p = U_2U_2^*m$ 을 패

러티 벡터로 사용한다.

3.2 SVD를 이용한 FDI 기법

본 절에서는 단일 고장에 대한 FDI 기법으로 SVD 기법을 제안한다.

정의1: $col_i(A)$ 는 행렬 A 의 i 번째 행을 나타낸다고 하자. 그러면 다음과 같이 n 개의 벡터를 정의할 수 있다.

$$\bar{f}_i = col_i(U_2 U_2^*), \quad i = \{1, \dots, n\}$$

정의1로부터, $\bar{f}_i$ 는 i 번째 센서 고장 신호의 영공간 컴포넌트를 나타낸다. SVD를 이용한 FDI 알고리즘은 다음과 같다.

- 1) SVD 알고리즘을 이용하여 측정 행렬 H 로부터 행렬 U_2 를 구하고 $p = U_2 U_2^* m$ 을 계산한다. 여기서 m 은 센서 측정치이다.
- 2) 다음을 만족하는 index k 를 구한다.

$$k = \arg \max_i p^T \bar{f}_i$$

여기서 $p = U_2 U_2^* m$, $\bar{f}_i = col_i(U_2 U_2^*)$, $i = \{1, \dots, n\}$ 이다.

- 3) 2)에서 구한 k 에 대해서 아래의 decision을

$$\text{수행한다.} \quad p^T \bar{f}_k \begin{matrix} H_1 \\ > \\ < \\ H_0 \end{matrix} Th$$

여기서 H_1 은 고장이 발생하였다는 가설, H_0 는 고장이 발생하지 않았다는 가설, 그리고 Th 는 문턱값으로서 패러티 벡터 p 는 가우시안 분포를 가지므로 false alarm 확률에 의해서 문턱값 Th 는 결정된다. 그리고 절차 2)에서 index k 가 의미하는 것은 만약에 고장이 k 번째 센서에서 발생하였을 경우 패러티 벡터 p 의 값은 $col_k(U_2 U_2^*)$ 방향으로 값을 갖기 때문에 내적 $p^T \bar{f}_k$ 값이 가장 크

게 된다.

IV. SVD를 이용한 FDI 기법의 성능분석

여러 FDI 기법들의 성능을 비교 분석하는 방법으로 두 가지 측면으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 첫 번째는 고장 검출 및 분리 성능 측면(FDI 성능 측면)이고 두 번째는 항법 성능 측면(GN&C 성능 측면)이다. 기존의 연구 결과들을 살펴보면 FDI 기법의 성능을 분석하는데 있어서 FDI 성능 측면만을 고려하고 있는데 반하여 본 논문에서는 FDI 성능 측면뿐만 아니라 GN&C 성능 측면에서도 FDI 기법을 분석하고자 한다. 또한 본 논문에서는 6개의 센서를 정12면체에 배치[4]하였을 경우를 고려하였다.

4.1 FDI 측면에서의 성능 분석

FDI 성능 측면에서 FDI 기법을 비교 분석하는 방법으로는 fault detection 확률, correct isolation 확률, 그리고 wrong isolation 확률을 분석하는 것이다. 여기서 fault detection 확률, miss detection 확률, correct isolation 확률, wrong isolation 확률들을 정의하면 다음과 같다.

먼저 n 개의 중복 센서 중 i 번째 센서에 바이어스 형태의 고장이 발생했다고 가정하자. 그리고 FDI 기법을 N 번 수행했을 경우 N_D 번 고장이 발생했다고 검출했고 이 중 i 번째 센서를 분리할 경우가 N_c 번이고 $j(\neq i)$ 번째 센서를 분리할 경우는 N_w 일 경우 fault detection, miss detection, correct isolation, 그리고 wrong isolation 확률은 각각 다음과 같다.

$$\text{Fault Detection 확률(PFD)} = \frac{N_D}{N}$$

$$\text{Miss Detection 확률(PMD)} = 1 - \frac{N_D}{N}$$

$$\text{Correct Isolation 확률(PCI)} = \frac{N_c}{N}$$

$$\text{Wrong Isolation 확률(PWI)} = \frac{N_w}{N}$$

위 식들로부터 $PFD=PCI+PWI$ 임을 알 수 있다.

본 논문에서 제안한 SVD 기법의 성능을 분석하기 위해서 가장 일반적인 FDI 기법인 GLT 기법에 대하여 몬테칼로 시뮬레이션을 수행하여 fault detection 확률, correct isolation 확률, wrong isolation 확률을 비교 분석하였다. 여기서 두 가지 방법에서 사용된 문턱값은 false alarm이 0.1일 경우에 결정되는 문턱값을 이용하였고 $1\sigma - 15\sigma$ 의 고장 크기에 대해서 3,000번의 몬테칼로 시뮬레이션을 수행하였다. 여기서 σ 는 측정 잡음의 표준 편차($E[\varepsilon^T \varepsilon] = \sigma^2 I_n$)이다.

먼저 그림1은 고장 신호 크기에 따른 fault detection 확률을 나타낸 것으로 GLT 기법에 비해서 SVD 기법의 성능이 우수함을 알 수 있다.

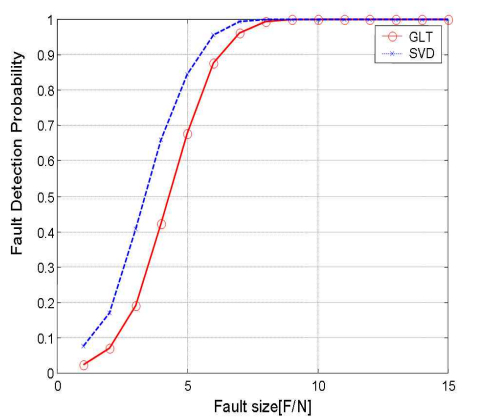


그림1. 고장 신호 크기에 따른 fault detection 확률.
Fig. 1. Fault detection probability with respect to fault size.

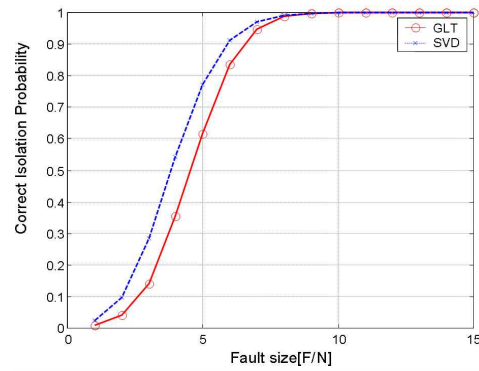


그림2 . 고장 신호 크기에 따른 correct isolation 확률
Fig. 2. Correct isolation probability with respect to fault size.

그림2는 고장 신호 크기에 따른 correct isolation 확률을 나타낸 것으로 전체적으로 GLT 기법보다 SVD 기법의 성능이 우수함을 알 수 있다. 그리고 고장 신호 크기가 6σ 이상일 경우에 correct isolation 확률이 90% 이상이 됨을 알 수 있다. 그림3은 고장 신호 크기에 따른 wrong isolation 확률을 나타낸 것으로 전체적으로 GLT 기법이 더 우수함을 알 수 있다. 특히 고장신호 크기가 3σ 일 경우 약 7% 정도의 성능 차이를 보이고 있다.

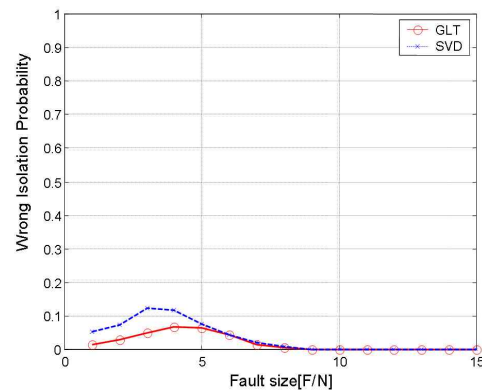


그림3. 고장 신호 크기에 따른 wrong isolation 확률
Fig. 3. Wrong isolation probability with respect to fault size.

V. 결 론

본 논문에서는 중복 센서를 사용할 경우 특이치 분해를 이용한 센서 고장 검출 및 분리 기법(SVD 기법)을 제안하였다. 이러한 SVD 기법은 기존의 FDI 기법들에 비해서 알고리즘 구조가 단순하다는 장점이 있다. 또한 기존의 FDI 기법에서는 패리티 벡터 p 가 측정 행렬 H 에 orthogonal하다는 것 외에 다른 물리적 의미는 없으나 SVD 기법에서는 패리티 벡터 p 가 측정 행렬 H 에 대한 고장 신호와 측정 잡음의 영 공간 컴포넌트(component)라는 의미를 포함하고 있다. 또한 본 논문에서는 제안한 SVD 기법의 성능을 분석하기 위해서 기존의 방법인 GLT 기법과 FDI 성능을 비교 분석했을 뿐만 아니라 GN&C 성능 측면에서도 GLT 기법과 비교 분석을 통하여 SVD 기법의 성능을 분석하였다. 기존의 연구에서는 FDI 기법의 성능 분석이 주로 FDI 성능 측면에서만 이루어져 왔으나 본 논문에서는 FDI 성능과 항법 성능을 결합하여 새로운 GN&C 성능 평가 기준을 제안하였다. SVD 기법의 성능 분석 결과 FDI 성능 측면에서는 fault detection과 correct isolation 성능은 SVD 기법이 우수하였으나 wrong isolation 성능은 GLT 기법이 조금 더 우수하였다. 이러한 성능 비교 분석을 통하여 본 논문에서 제안한 SVD 기법이 우수한 기법임을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Ray, A. and Luck, R., "An Introduction to Sensor Signal Validation in Redundant Measurement Systems", IEEE Control Systems, Magazine, 11(2), pp.44-49, 1991.
- [2] Mark A. Sturza, "Navigation System Integrity Monitoring Using Redundant Measurements," Navigation: Journal of The Institute of Navigation, Vol.35, No. 4, pp.69-87, Winter, 1988-89.
- [3] R.J. Patton, P.M. Frank and R.N. Clark, Issues of Fault Diagnosis for Dynamic System, Springer Verlag, 1st edition May 15, 2000.
- [4] Jerold P. Gilmore and Richard A. McKern, "A Redundant Strapdown Inertial Reference Unit (SIRU)," Journal of Spacecraft. Vol. 9, No. 1, July 1972.
- [5] R. Grover Brown, "Solution of the Two-Failure GPS RAIM Problem Under Worst-Case Bias Conditions : Parity Space Approach", Journal of the ION, Vol. 44, No. 4, Winter 1997-1998, pp. 425-431, 1998.
- [6] Kevin C. Daly, Eliezer Gai and James V. Harrison, "Generalized Likelihood Test for FDI in Redundant Sensor Configurations," Journal of Guidance and Control. Vol. 2, No. 1, Jan-Feb 1979.
- [7] Tze-thong Chien and Milton B. Adams, "A Sequential Failure Detection Technique and its Application," IEEE Transactions on Automatic Control. October 1976.
- [8] X.J. Zhang, Auxiliary Signal Design in Fault Detection and Diagnosis, Springer-Verlag, 1989.
- [9] Asok Ray, "Technical Briefs - Sequential Testing for Fault Detection in Multiply-Redundant Systems," Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol.111, pp.329-332, June, 1989.
- [10] P.J.G. Teunissen, Testing theory; an introduction, Delft University Press.
- [11] Gene H. Golub, Charles F. Van Loan, Matrix Computations, The Johns Hopkins Univ. Press, pp.242-245, 1996.

양 철 관



- 1998년 02월 : 중앙대학교 제어계측학과 석사
- 2003년 08월 : 중앙대학교 제어계측학과 박사
- 현재 : (주)피에스키시스템즈 책임연구원

관심분야 : 융합 항법시스템, 강인필터, 임베디드시스템

신 현 덕



- 2000년 2월 : 관동대학교 전자계산학과 석사
- 2006년 2월 : 관동대학교 전자계산학과 박사
- 현재 : 안산1대학 글로벌IT비즈니스과 전임강사

관심분야 : 시스템소프트웨어, 임베디드시스템, 프로그램 최적화, 영상처리

Binary CDMA 프로토콜 분석 및 표준화에 관한 연구

A Study on Binary CDMA Protocol Analysis and Standardization

정성훈*, 양규식**

Sung-Hun Jung*, GyuSik Yang**

요 약

일반적인 CDMA 시스템은 성능의 우수성에도 불구하고 신호처리의 복잡성과 여러 채널의 신호를 동시에 전송할 때 채널수가 증가할수록 신호의 최대전력 대 평균전력 비(PAPR)가 증가하는 문제점이 있으며, 사용자 간의 간섭을 효과적으로 제거하는 특성이 있으나 시스템의 구조가 복잡하여 보편적인 응용분야에서는 가격경쟁력이 떨어지는 단점이 있다. 그러나 Binary CDMA 기술은 종래의 CDMA 성능을 보유하면서 외형은 TDMA와 동일하여 성능 및 가격 경쟁력을 동시에 보유하고 있으며, 보편적인 무선 서비스가 확대되고 이동통신 수요가 급격히 증가할 미래사회에서 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있는 기술로 평가되고 있다. 본 논문에서는 Binary CDMA의 프로토콜 분석과 표준화에 대하여 논하였다.

Abstract

CDMA system performance in spite of the superiority of the complexity of signal processing, multiple-channel transmission of the signals at the same time, the number of channels increases, the signal PAPR(Peak to Average Power Ratio) has a growing problem. CDMA approach effectively removes the interference between users that attribute, but the complexity of the system's structure, the universal application without the disadvantages of price competition that is not available. Binary CDMA technology while retaining the traditional performance of the CDMA and TDMA same appearance and performance competitive and price competition held at the same time, so in the future society, the rapidly growing demand for mobile communications and the expansion of wireless services that are common in the international situation that are equipped with competitive skills.

Keywords : CDMA, TDMA, Binary CDMA, Protocol, Standardization

I. 서 론

무선통신의 사용이 보편화되고 이용자들의 증가와 더불어 제한된 지역에 사용자들의 밀집현상

* 한국해양대학교 산업기술연구소, ** 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과
• 제1저자(First Author) : 정성훈, 교신저자(Corresponding Author) : 정성훈
• 접수일자 : 2010년 3월 29일, 2010년 4월 27일 심사완료

이 나타나자 지금까지 무선통신에서 일반적으로 요구되던 전송 품질과 전송 속도의 향상 외에 새로운 기술적 요구가 발생하기 시작했다. 종래 무선 사용자들이 많지 않은 경우에는 매우 우수한 특성을 나타내는 기술들이 사용자가 급증하는 현 상황에서는 아래와 같은 이유로 성능이 급격히 저하되는 현상을 보이기 시작하는 것이다[1].

첫째, 사용자가 증가하면서 사용자 간에 발생하는 상호 간섭을 제거할 수 있는 기술이 요구되고 있다. 사용자 간의 상호 간섭을 제거하지 못하면 모든 사용자들의 전송품질이 저하되어 요구되는 특성을 나타낼 수 없게 된다. 둘째, 무선 멀티미디어 시장이 성장하며 지금까지 데이터 위주의 고속 전송에만 초점을 맞추었던 기술적 요구가 전송속도의 증가보다도 끊어짐 없이 일정속도를 유지하여 음성과 영상 신호를 자연스럽게 재현하는 것이 더욱 중요하게 되었다. 셋째, 다양한 무선 액세스 포인트가 증가하면서 액세스 포인트 간의 주파수 배정 문제가 이동통신 기지국의 셀 플래닝 문제 이상으로 중요한 변수로 등장했으나 임의의 사용자들에 의해 설치되는 액세스 포인트를 이동통신의 기지국과 같이 사전에 계획된 중앙 통제를 할 수 없어 심각한 사용상의 문제가 예상된다.

CDMA 시스템은 성능의 우수성에도 불구하고 신호처리의 복잡성과, 여러 채널의 신호를 동시에 전송할 경우 채널수가 증가할수록 신호의 PAPR이 증가하는 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 멀티코드 CDMA의 특성과 구조를 유지하면서도 전송신호의 레벨이 항상 일정하여 기존의 TDMA 시스템 구조로도 멀티코드 CDMA 신호를 전송할 수 있는 바이너리 CDMA 기술에 대한 특성과 프로토콜 및 표준화에 대하여 분석한다. 바이너리 CDMA 기술은 적용 기술별로는 펄스폭 CDMA(PW/CDMA), 다위상 CDMA(MP/CDMA), 코드 선택 CDMA(CS/CDMA)로 구분되며[2, 3], 사용자 간의 상호간섭이 심한 환경에서 무선으로 실시

한 멀티미디어를 보내는 소형 휴대형 장비에 적합한 무선 솔루션을 제공한다.

II. Binary CDMA

2.1 개요

기존의 CDMA 시스템은 여러 개의 입력신호를 동시에 전송하기 위해 각각의 입력 신호에 서로 다른 직교 코드를 곱하여 채널간의 직교성을 보장한 후, 각 채널 신호를 모두 합하여 동시에 전송한다[4]. 전송된 신호는 수신단에서 송신시 사용한 직교 코드와 동일한 코드를 곱하여 상호보완하며 그 결과를 이용하여 각각의 채널의 정보를 재생할 수 있다.

2.2. Binary CDMA의 구조

표 1은 binary CDMA의 구조 및 응용 분야를 나타낸 것이다. Binary CDMA 방식은 TDMA RF 모듈을 그대로 이용하여 CDMA 신호를 전송할 수 있으므로 이를 'CDMA over TDMA' 라고 표현하고 있다. 블루투스 RF 모듈에 Binary CDMA 신호를 보내는 것을 Retaw-1 단계로 분류하며 이미 이 단계의 기술개발은 완료되어 상품화가 진행 중이다.

Retaw-1 단계는 최고 전송속도가 CDMA 방식으로는 160Kbps까지 가능하고 TDMA 방식으로는 800Kbps까지 가능하므로 고품질 오디오 전송용으로 사용하기에 적합하다. Retaw-2 단계는 무선 LAN용 RF 모듈에 Binary CDMA 신호를 실어 보내는 것으로 최고 전송속도가 CDMA 방식으로는 4Mbps까지 가능하고 TDMA 방식으로는 16Mbps까지 가능하므로 고품질 비디오 전송용으로 사용하기에 적합하다.

대역폭이 통신위성의 transponder와 동일하므로 CDMA 위성방송 수신용으로도 사용할 수 있다.

<표 1> 바이너리 CDMA의 구조

<Table 1> The structure of the binary CDMA

구분	멀티미디어분야	음성분야	데이터분야
사용 주파수	f1,f4,f7,...f79 (28개)	f2,f5,f7,...f77 (27개)	f3,f6,f9,...f78 (27개)
대표 상품	디지털 무선마이크	G-Phone	Serial Port
전송 속도	순방향: 384Kbps 역방향: 16Kbps	32Kbps 양방향	800Kbps 이하 비대칭방향전환
그룹 동기	Master pilot	Master pilot	Async(CSMA)
Encoding	FEC, Checksum	FEC, Checksum	Interleaving, FEC, CRC, ARQ
Diversity	Time, Frequency, Space	Time, Frequency	Time (option)
2차 분야	음성분야	멀티미디어분야	-
지역 내 동시사용 채널	16 (32) 양방향	32(64) 양방향	64: 단방향
전송 지연	10msec 이내	30msec 이내	-
중계 기능	-	1 단계; 양방향	8 단계: 단방향
적용 분야	감시카메라 무선스피커 무선MP3	무선PABX, VoIP 안내방송시스템 동시통역시스템 Dual Mode 휴대폰	무선장난감 다목적리모컨무선 카드결제기 무선센서(Telemetry) 무선인터넷

Retaw-3 단계는 비방사유전체 선로(NRD)를 이용한 밀리미터파 대역에서 사용되므로 최고 전송속도가 CDMA 방식으로는 150Mbps, TDMA 방식으로는 600Mbps까지 가능하므로 무선 초고속 정보통신용으로 사용이 가능하다. 멀티 레벨 신호와 Truncation Binary CDMA 방식의 기본 개념은 멀티채널 CDMA 신호의 멀티레벨을 고정포락선으로 바꾸는 것이다. Binary CDMA의 또 다른 특징은 전송신호가 TDMA 파형과 일치하므로 정보 전송 시 프레임의 구조와 수신단에서 신호를 복원하는 과정이 기존의 CDMA 방식을 사용하지 않고 TDMA 방식을 사용한다는 점이다.

2.3 바이너리 CDMA와 홈네트워크

홈 네트워크가 보편화되면서 종래의 2차원적인 사용자간 간섭이 3차원 간섭으로 변화되어 가는 모습을 보여주고 있다. 고층 빌딩이나 아파트 단지에 설치된 액세스 포인트는 3차원적인 주파수 간섭을 일으키므로 평면적으로 배치된 이동통신 기지국 간의 2차원적인 주파수 간섭에 비해 훨씬 심각한 문제를 일으키게 된다. 즉, 원천적으로 주파수 배정이 필요 없는 CDMA 방식을 사용하지 않고는 각 가정에 설치된 액세스 포인트의 주파수 배정을 원활하게 수행할 수 없다. 따라서 디지털 정보가전이나 홈 네트워크의 무선 액세스 방식으로 CDMA 기술사용이 절실히 요구되고 있다. Binary CDMA 기술은 가격경쟁력과 성능경쟁력을 모두 갖추고 있으므로 디지털 가전과 이동통신 시장에 동시에 사용할 수 있으며 궁극적으로 디지털 가전과 이동통신 시스템은 상호 네트워크로 연결되어야 하는 점을 고려하면 Binary CDMA 기술로 디지털 가전 시스템과 이동통신 시스템을 동일한 기술로 구현하는 것이 상호 연동을 용이하게 하여 시너지 효과를 낼 수 있을 것으로 보인다.

III. Binary CDMA 적용기술

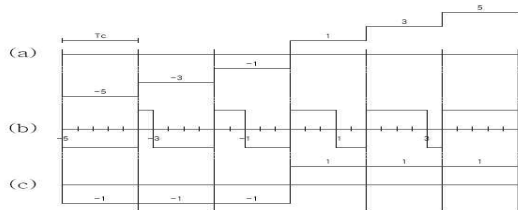
3.1 바이너리 CDMA의 종류

Binary CDMA 방식에서는 기존의 멀티코드 CDMA 신호의 멀티레벨 신호를 절단하여 전체적인 신호의 레벨을 획기적으로 줄이거나 신호레벨을 '1'과 '-1'만 갖는 binary 형태로 만들 수 있다. 그러나 절단 레벨을 '1'로 제한하는 경우 전송할 수 있는 채널수가 제한되므로 전송채널수를 증가시키기 위해 절단 레벨을 '1'보다 큰 수로 선택해야 한다. 이때 신호의 고정포락선이 무너지므로 이를 해결하고 제한된 크기의 멀티레벨 신호를 고정 포락선으로 바꾸기 위하여, 멀티레벨 신호를 펄스폭으로 바꾸는 펄스폭 CDMA(PW/CDMA; Pulse Width CDMA), 위상으로 바꾸는 다위상

CDMA(MP/CDMA; Multi Phase CDMA), 코드를 선택하여 절단 없이도 멀티코드 전송특성을 갖는 코드선택 CDMA(CS/CDMA; Code Select CDMA)로 구분된다[5-9].

3.2 펄스폭 CDMA

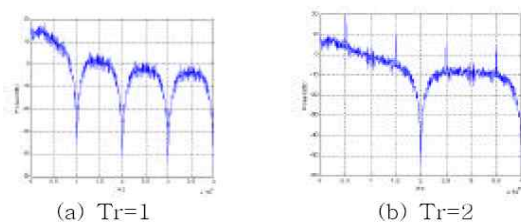
펄스폭 CDMA(PW/CDMA)는 절단된 제한된 멀티레벨 신호를 펄스폭으로 바꾸어 그림 1과 같이 신호크기를 일정한 값으로 변환하는 방법이다.



[그림 1] 펄스폭 CDMA의 파형

[Fig. 1] Waveform of the pulse-width CDMA

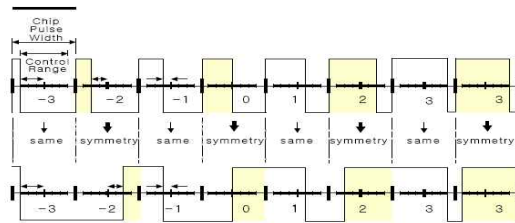
그림 1(a)은 절단을 '5'에서 취하여 신호 레벨의 최대값을 5로 제한한 값이며 그림 1(b)은 그림 1(a)의 값을 펄스폭으로 변환한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 신호 레벨 크기를 펄스폭으로 바꾸면 매우 좁은 펄스 형태가 나타나게 된다. 그림 1(c)은 절단을 '1'에서 취했을 때 결과 파형이 binary 형태가 되어 그림 1(a)의 신호의 부호만을 택한 것과 같은 모양이 됨을 보여 주고 있다.



[그림 2] 펄스폭 CDMA 신호의 파워 스펙트럼

[Fig. 2] Power spectrum of pulse-width CDMA signals

PW/CDMA 방식의 최대 문제점은 절단 값을 높일수록 그림 2와 같이 신호의 power spectrum이 넓어져 전송대역을 넓게 차지하는 점이다. 그림 2(a)에서 보는 바와 같이 절단 값이 '1'일 때는 일반적인 PSK신호의 대역폭과 동일하지만 절단 값이 '2'가 되면 대역폭이 2배로 증가하며 clock 성분에서 최대치가 있음을 볼 수 있다.



[그림 3] 극성 교번 펄스폭 CDMA 방식

[Fig. 3] Alternation polarity pulse-width CDMA mode

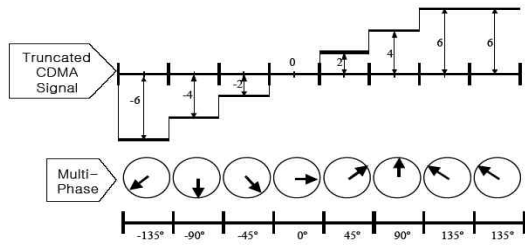
시스템 구현시 신호의 대역폭을 제한하기 위하여 그림 3과 같이 펄스 파형을 짝수 때마다 좌우 대칭으로 바꾸어 주고, 펄스폭이 가변하는 범위를 미리 정하여 가변범위 내에서만 펄스폭의 변화가 있게 하여 최소펄스폭의 크기를 일정 값 이상 보장하는 방법으로 대역폭의 증가를 억제할 수 있다.

3.3 다위상 CDMA

MP(Multi Phase)/CDMA 방식은 앞서의 PW/CDMA방식이 절단 값을 크게 할수록 전송신호의 대역폭이 증가하는 문제를 해결하고, TDMA 시스템의 M-ary PSK RF 모듈을 사용하기 위해 제안된 방식이다[10-13]. 그림 4는 절단을 '6'으로 제한한 크기의 멀티레벨 신호를 8-ary PSK의 위상 값으로 치환하는 과정을 나타내었다.

MP/CDMA 방식은 절단 레벨수를 높여도 power spectrum은 그림 2(a)와 같이 항상 일정하므로 전송대역이 증가하는 것을 염려할 필요 없이

구현하는 시스템의 복잡도를 고려하여 시스템을 선정할 수 있다. 그림 4의 카서 코드의 길이는 128chip이며 절단 값을 2, 4, 6으로 하며 8-ary PSK RF 모듈을 사용했을 때의 성능특성을 보여 주고 있다.



[그림 4] 다위상 CDMA 신호발생 방법
[Fig. 4] Multi Phase CDMA signal generation method

절단 값을 크게 할수록 채널수가 많은 경우에서 시스템의 성능이 비교적 많이 향상되는 것을 알 수 있다. 절단값이 '2'일 경우에는 8-ary 방식 대신 QPSK방식을 이용하는 것이 가능하므로 사용해야 하는 채널수가 적을 경우에는 8-ary PSK 보다 QPSK 방식을 사용하는 것이 시스템구조도 단순해지며 성능도 우수하게 나타난다.

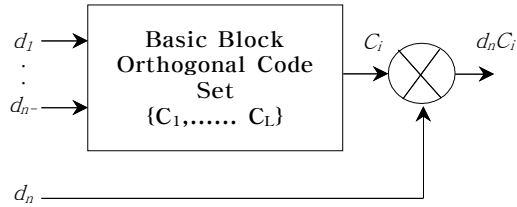
3.4 코드선택 CDMA

PW/CDMA 방식과 MP/CDMA 방식은 절단에 의해 신호의 직교특성이 약해져, 단말기로부터 액세스포인트로 신호가 전해지는 역방향 통신에서 단말기 간의 상호 간섭에 의한 성능저하 현상이 나타난다.

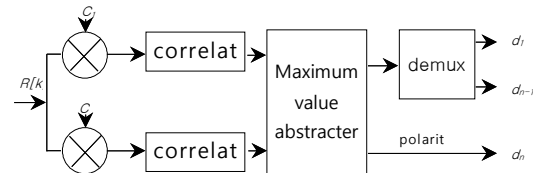
CS(Code Select)/CDMA 방식은 이러한 문제 해결을 위해 제안된 기술로, 각각의 입력채널에 직교코드를 할당하는 종래의 CDMA 방식과는 달리 입력채널을 block 단위로 묶어 채널코드를 그룹으로 할당하고 입력되는 데이터를 이용하여 할당된 직교코드 중 하나를 선정하여, 최종적으로 block 단위에서 전송되는 직교코드의 수는 하나가

되도록 하여, block 단위로는 입력채널이 여러 개가 있을 경우라도 전송되는 직교코드는 한 개만 선택되어 block 단위의 절단을 원천적으로 없게 하므로 절단에 의한 성능저하를 막을 수 있다[14].

그림 5는 CS/CDMA 변조를 위한 기본 블록을 보여주고 있다. CS/CDMA 신호를 복조할 때는 그림 6과 같이 사용된 모든 직교코드를 이용하여 correlation 결과를 구하고, 그 중 절대 값이 가장 큰 코드를 얻어 그 값으로부터 직교코드를 선정할 때 사용한 전송데이터를 구할 수 있고, 최대 절대 값을 갖는 correlation 결과의 부호 값으로 부터 마지막으로 직교코드에 변조된 데이터를 복원할 수 있다.



[그림 5] 코드선택 CDMA 기본 블록도
[Fig. 5] Code select CDMA basic block



[그림 6] 코드선택 CDMA 복조기의 구조
[Fig. 6] Structure of Code select CDMA demodulator

CS/CDMA 방식은 단말기에서 block 단위로 멀티코드를 사용할 경우 액세스포인트로의 역방향에서 항상 직교성이 보장되므로 단말기 사용자간의 상호간섭 문제가 없으며 다중선로에 의한 간섭에서도 우수한 성능을 나타낸다.

표 2의 특성 비교는 기존의 DS/CDMA 방식이 선형 RF 증폭기를 필요로 하는 반면에 제안된

binary CDMA 방식은 비선형 RF 증폭기를 사용하는 것이 가능하고, PW/CDMA는 절단 레벨에 비례하여 전송신호대역폭이 증가하지만 그 외의 다른 방식은 대역폭이 증가하지 않으며, PW/CDMA 와 MP/CDMA 는 상호간섭 문제가 있어 이동통신에 사용하기는 어려우나 CS/CDMA는 이동통신에서도 사용이 가능하다는 점이다.

<표 2> CDMA 방식별 특성 비교

<Table 2> Comparison of CDMA features

특성 \ 방식	DS/CDMA	PW/CDMA	MP/CDMA	CS/CDMA
전송코드수	1/채널	1/채널	1/채널	1/블록*
출력레벨	채널수+1	M<<채널수	M<채널수	블록수+1
점유대역폭	1배	M배	1배	1배
상호간섭	강함	약함	약함	강함
RF PA	선형	비선형	비선형	비선형
응용분야	이동통신	저가 무선	PAN	PAN, 이동통신

IV. Binary CDMA 프로토콜 및 표준화

4.1 바이너리 CDMA MAC/PHY 규격

(1) 표준화의 개요

본 표준은 2.4GHz 주파수 도약 방식을 사용하여 반경 수 10m 이내의 Pico-net 규모의 무선 시스템과 단말들의 방송, 통신, 제어의 융합 기능을 위하여 제안되었다. 기존의 무선 방송, 통신, 제어 시스템은 개별적인 통신 규격으로 설계되어 있어 하나의 시스템으로 통합하기에 부적합하다. 또한 각각의 무선 시스템을 통합하기 위해서는 개별 무선시스템의 통신규격으로 설계한 후 이를 다시 통합하는 과정을 거쳐야 한다. 이에 따라 많은 부가적인 오버헤드가 발생하게 된다. 따라서 기존 무선 시스템들의 특성을 수용하고 공통으로 사용할 수 있는 새로운 무선 통신규격을 표준화 할 필요

가 있다.

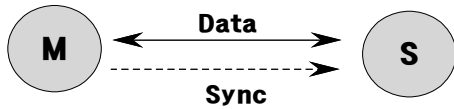
표준화의 목적으로 개인방송 전송 표준은 수 10m 반경의 Pico-net 내에서 사람이 갖고 있는 휴대단말기와 주변의 다양한 IT 장비와의 연동을 그 핵심으로 한다. 서로 다른 시스템에서 제공되는 다양한 유비쿼터스 서비스를 수요자인 사람 중심으로 규격화하면 서비스를 이용하는 사용자의 편의성은 물론이고 시스템을 개발하는 개발자들도 개발 업무가 명확해져 매우 편리하게 시스템을 개발할 수 있게 된다. 표준화의 주요 내용은, 사용자를 중심으로 Pico-net 내에서의 DMB 수준의 방송, SOHO 환경에서의 무선 통신, u-Home에 필요한 제어 기능이 융합된 프로토콜을 만드는 것이다. 이를 위해, 개인 서비스 융합 단말을 위한 프레임, 슈퍼 프레임, 네트워크 사이클에 대한 정의와 2.4GHz 주파수 도약 방식의 주파수 운용에 관한 정의를 하여 Pico-net 내의 서로 다른 응용 기기들의 상호 연동이 가능한 구조를 정의한다. 또한 많은 Pico-net 들의 구분과 상호간의 간섭을 배제하기 위해, Pico-net 내에서 사용하는 스캔 코드, 보안 코드, 그룹 코드를 정의하여 높은 보안 유지와 그룹화를 보장한다. 표준 적용 산업 분야 및 산업에 미치는 영향으로 미래의 유비쿼터스 서비스를 지원하는 개인 서비스 융합 단말기 시장을 창출하는데 핵심 요소가 될 것으로 예상된다.

(2) 기본 운용 구조

Pico-net을 형성하여 실시간 멀티미디어 정보를 주고 받는 통신에서 Pico-net 내 사용자 간의 동기 유지는 필수적인 사항이다. 따라서 하나의 그룹에는 한 대의 Master가 존재하여 동기 신호를 주기적으로 보내고 다수의 Slave는 Master의 동기 신호에 동기를 맞추어 동작 한다.

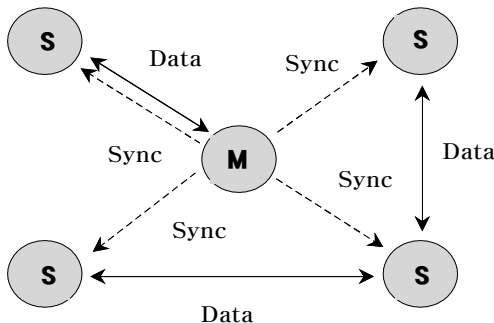
그림 7과 같은 일대일 방식 통신구조에서는 하나의 단말이 Master로 동작하고 다른 하나의 단

말은 Slave로 동작을 하게 된다. Master가 주기적인 동기 신호를 전송하게 되면 Slave는 Master의 동기 신호에 동기화되어 Master와 통신하게 된다.



[그림 7] 일대일 방식 통신 구조
[Fig. 7] Point to point communication

그림 8은 일대다수 방식 통신구조로 한대의 Master가 동기 신호를 보내고 나머지 Slave들은 Master의 동기 신호에 동기를 맞추어 동작한다. 다수의 Slave들의 Master는 Slave들과의 초기 동기 과정을 수행하기 위해 별도의 monitor 단말을 둘 수 있다. Master는 망 전체의 동기 유지를 위해 동기 신호를 송출하기는 하지만 Slave간의 통신 시 Master가 통신을 중계하지 않고 Slave간에 직접 통신을 수행한다.



[그림 8] 일대다수 방식 통신 구조
[Fig. 8] One to many communication

프로토콜 구조는 256ms 길이의 네트워크 사이클을 기본으로 전체 구조를 형성한다. 256ms 길이의 네트워크 사이클은 다시 16개의 슈퍼 프레임으로 구성되며 16ms 길이의 슈퍼 프레임은 한 개의 제어용 프레임과 한 개 이상의 사용자용 프레임으로 구성된다. 프로토콜의 모든 제어는 프레

임 단위로 상태를 다르게 설정할 수 있으므로 프레임 구조가 가장 기본 단위 구조가 된다.

(3) PHY 표준 명세

PHY Layer는 2.4GHz ISM band에서 적응형 주파수 도약(AFH) 기술을 지원하도록 설계되었다. 주파수 테이블을 사용하여 사용할 수 있는 주파수들 중에서 가장 품질이 우수한 16개의 주파수를 선정 후 선정된 주파수에서 주파수 도약 방식을 사용하여 운용되며 가용주파수 대역은 표3과 같다.

<표 3> 가용주파수 대역

<Table 3> Available frequency bands

Frequency Range	RF channels
2.400-2.4835 GHz	79 , 0 , 2402 K=+= kMHz kf

RF Channel Space는 1MHz이다. 그리고 순서대로 Channel 번호 k가 정해진다. Guard band는 표 4와 같다.

<표 4> 보호 대역

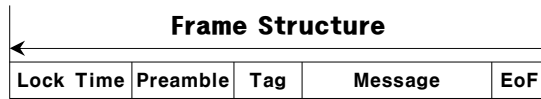
<Table 4> Guard band

Lower Guard Band	Upper Guard Band
2MHz	2.5 MHz

(4) 프레임 구조

프레임은 그림 9와 같이 Lock Time, Preamble, Tag, Message, EoF로 구성된다. 주파수를 합성하고 안정화하는 데 필요한 Lock Time이 Frame의 처음에 위치하고, 프레임의 동기를 위해서 Preamble이 위치한다. 다음으로 실제 데이터가 실리는 Tag, Message가 위치하고, 프레임의 끝을 처리하고 다음 프레임을 준비하기 위한 EoF(End

of Frame)로 프레임이 끝나게 된다.



[그림 9] 프레임 구조

[Fig. 9] Frame structure

<표 5> 프레임 필드 설명

<Table 5> Field of Frame descriptions

Field	Description
Lock Time	RF Frequency Synthesis 시간
Preamble	동기 획득을 위한 동기신호송수신구간
Tag	프레임제어용 특수용도 비상 통신 등 특수패킷 Type 지정, 특수제어신호
Message	데이터송수신구간
EoF	RF 상태전환과 프레임전환을 위한 시간

표 5와 같이 프레임 단위로 주파수를 비롯한 송수신 모드 변환이 가능하므로 매 프레임마다 RF 주파수 합성이 안정화될 수 있는 Lock Time이 필요하다. Lock Time 동안에는 데이터 송수신이 불가능하다. 모뎀이 송신 상태인 경우 Lock Time 동안 0과 1의 반복적인 신호가 RF 모듈 쪽으로 나가게 된다. 수신 상태인 경우 Lock Time 동안의 데이터는 무시한다.

Preamble은 무선으로 데이터를 송수신 할 때 동기 획득을 위한 동기신호를 전송하는 구간이다. Preamble 길이는 128 μ s 단위로 설정한다. 7bit Scan Code를 이용하여 Gold Code Generator를 이용하여 생성한 127bit 길이의 코드에 '0'을 추가하여 128bit단위의 Preamble을 사용한다. Tag 는 프레임마다 할당된 특수 용도의 데이터가 송수신되는 부분이다. Tag 에 실린 정보는 모든 사용자가 볼 수 있으므로 Preamble로만 확인되지 않는 프레임의 용도를 명확히 하거나 공개된 방송 채널, 보조신호용으로 사용될 수 있다. Tag 길이는 고정되어 있으며 CRC 기능이 부여되어 있다.

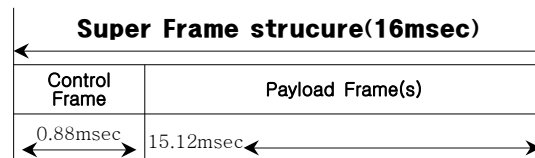
Message 는 실제로 사용자 데이터가 송수신 되는 부분이다. 또한 선택적으로 CRC를 적용할 수 있다. Message Field 는 Control 프레임인 경우에는 길이가 고정 되어 있지만 Payload 프레임인 경우에는 길이를 8 μ s단위로 설정 할 수 있다. EoF는 프레임의 끝단에서 모뎀과 RF의 상태 전환을 위해 필요한 시간으로 1 μ s단위로 설정할 수 있다. EoF가 끝나면 다음 프레임이 이어진다.

Message 는 실제로 사용자 데이터가 송수신 되는 부분이다. 또한 선택적으로 CRC를 적용할 수 있다. Message Field 는 Control 프레임인 경우에는 길이가 고정 되어 있지만 Payload 프레임인 경우에는 길이를 8 μ s단위로 설정 할 수 있다. EoF는 프레임의 끝단에서 모뎀과 RF의 상태 전환을 위해 필요한 시간으로 1 μ s단위로 설정할 수 있다. EoF가 끝나면 다음 프레임이 이어진다.

4.2 슈퍼 프레임과 네트워크 사이클 구조

(1) 슈퍼 프레임 구조

슈퍼 프레임은 그림 10과 같이 Control 프레임 한 개와 Payload 프레임 한 개 이상으로 구성 된다. Control 프레임의 길이는 880 μ s로 고정되어 있다. 한 슈퍼 프레임 내의 Payload 프레임 개수와 길이는 상위계층에 맞게 설정 할 수 있다. Payload 프레임을 설계하는 방법에 따라서 상위계층은 다양한 종류의 데이터 전송을 얻을 수 있다. 고속의 데이터가 필요한 경우는 Payload 프레임의 수를 줄여 매 프레임에서 소요되는 오버헤드를 줄일 수 있다. 그러나 프레임 길이가 증가하는 것에 비례하여 버퍼링에 의한 전송지연 시간이 증가하게 된다. Payload 프레임의 개수는 최소 한 개 이상 이어야 하며, 최대 열여덟 개를 넘지 말아야 한다. 그리고 Payload 프레임의 총합의 길이는 15.12ms가 되어야 한다.



[그림 10] 슈퍼 프레임 구조

[Fig. 10] Structure of super frame

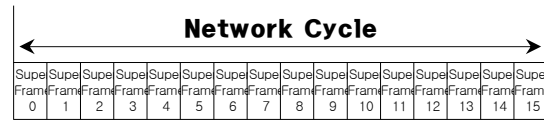
(2) 네트워크 사이클 구조

하나의 네트워크 사이클 길이는 256ms이며 그림 11과 같이 16개의 슈퍼 프레임으로 구성된다. 네트워크 사이클 내에는 0.88ms길이의 Control 프레임 16개가 사용되어 전체적으로 Control 프레임이 14.08ms가 사용되고 나머지 241.92ms는 Payload 프레임으로 사용된다. 각 Control 프레임은 서로 다른 기능을 가지고 네트워크 사이클을 구성한다. 네트워크 사이클에는 Normal 네트워크 사이클과 Fast Synchronization 네트워크 사이클 두 종류가 있다.

Normal 네트워크 사이클에서 사용되는 16개의 Control 프레임 중에서 2개는 동기용(Beacon)으로, 1개는 Slave가 Master에게 요청정보를 보내는 전송용(RCF: Request Control Frame)으로, 1개는 Master가 Slave 들에게 제어 정보를 보내는 전송용(MCF: Master Control Frame)으로, 그리고 1개는 RCF에 대한 응답용으로, 8개는 MCF에 대한 응답용으로 배치되어 있으며 나머지 3개는 Reserved 되어 있다.

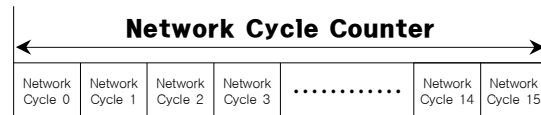
빠른 동기를 위해 Normal 네트워크 사이클과 Fast Synchronization 네트워크 사이클을 전환하며 운용 될 수 있다. Fast Synchronization 네트워크 사이클에서는 네트워크 사이클 내의 모든 Control 프레임에서 동기 신호를 전송한다. 즉 16개의 동기신호가 전송된다. 이때 사용하는 동기신호를 Fast Beacon이라 한다. 네트워크 사이클은 Normal 과 Fast Synchronization 네트워크 사이클을 전환하면서 운용이 가능하다.

슈퍼 프레임 카운터는 네트워크 사이클이 시작하는 슈퍼 프레임에 슈퍼 프레임 0번이 할당되고 다음 슈퍼 프레임에서 1씩 증가 하게 된다. 네트워크 사이클의 마지막 슈퍼 프레임에는 15번이 할당된다. 그림 12와 같이 네트워크 사이클 카운터는 0부터 시작하여 15까지 증가한 다음 다시 0부터 반복되는 구조를 반복한다.



[그림 11] 슈퍼 프레임 카운터

[Fig. 11] Super frame counter



[그림 12] 네트워크 사이클 카운터

[Fig. 12] Network cycle counter

4.3 주파수 운용 방식

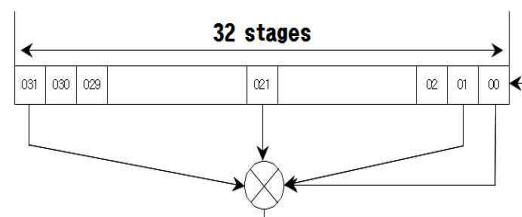
(1) 주파수 도약 제어

프로토콜은 통신을 할 때 주파수 도약 테이블을 이용하여 Pseudo Random 하게 주파수를 변경하며 통신을 한다. Pseudo Random한 주파수를 얻기 위해 도약 순서 발생기(Hopping Sequence Generator)를 사용하며 다음과 같이 동작한다.

첫째, 슈퍼 프레임(16ms)단위로 출력 값이 생성된다.

둘째, 그림 13과 같이 32 stage tab[31,21,1,0]을 적용한 Maximal sequence가 사용된다. 이로 인해서 도약 순서는 Pseudo random한 특성을 갖게 된다.

셋째, 도약 주기는 $(2^{32} - 1) \times 16\text{ms}$ 이다.

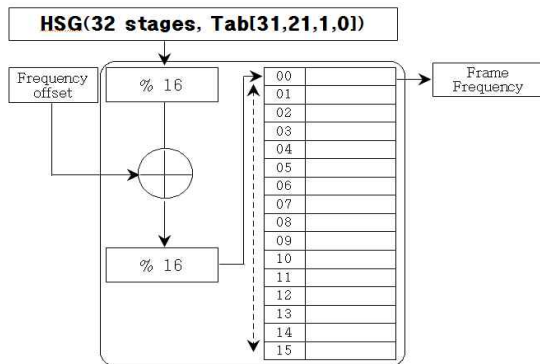


[그림 13] 도약 순서 발생기

[Fig. 13] Hop sequence generator

(2) 프레임 주파수 맵핑

각 프레임에서 사용하는 주파수는 다음 그림 14와 같이 결정된다. 첫째, 도약 순서 발생기에서 만들어진 32bit 값을 16으로 나눈 나머지 값을 선정한다. 둘째, 선정된 나머지 값에 0에서 15 사이의 Offset 값을 더한 후 다시 16으로 나눈 나머지 값을 선정한다. 셋째, 결과 값을 주파수 테이블의 인덱스로 사용하여 주파수 값을 사용한다. 넷째, 모든 Control 프레임은 Offset 값을 '0'으로 사용한다.



[그림 14] 프레임 주파수 맵핑
[Fig. 14] Frame frequency mapping

주파수 테이블의 주소를 결정함에 있어 0~15 까지 Offset 값을 사용하여 도약 순서 발생기에서 생성된 주파수 값과 서로 다른 주파수를 생성할 수 있다. 이와 같은 방법을 이용하여 각 Slave에서는 독자적으로 동일 프레임 시간대에서도 Master와 다른 주파수를 사용할 수 있게 된다.

(3) 주파수 다양성 및 시간 다양성

2.4GHz 대역의 주파수에서는 페이딩이 심하여 고품질 오디오 전송이 매우 어려우므로 디지털 멀티미디어 방송 신호의 품질을 유지하기 위해서는 다양성이 매우 효과적이다. 그러므로 동일 슈퍼 프레임 내의 Payload 프레임을 나누어 동일한 멀티미디어 정보를 중복하여 전송하면 시간 다양성 효과를 얻을 수 있다. 그러나 동일 주파수를 사용하면 다양성 효과가 떨어지므로 주파수를 바꾸는 것이 필요하여 매 프레임마다 다른 주파수를 사용하는 것이 유리하다. 도약 순서 발생기에서는 슈퍼 프레임 단위로 새로운 값을 생성하므로 동일한 슈퍼 프레임 내의 Payload 프레임들이 서로 다른 주파수 값을 갖게 하기 위해서는 각각의 Payload 프레임을 서로 다른 Offset 값을 적용하여 사용하면 주파수와 시간 다양성을 동시에 수행할 수 있다.

4.4 시스템 상태도

프로토콜은 Master와 Slave 동작에 필요한 단계는 표 6과 같이 10단계의 상태를 가지는 유한 상태 머신으로 표현될 수 있다.

Master는 초기화 이후 Initialized 상태로 변경된다. 어떤 상태에 있는지 초기화를 수행하면 Master는 수행되던 일을 멈추고 Initialized 상태로 변경된다. 초기화가 이루어진 이후에 Master는 Passive Sounding 상태와 Normal/Fast Master Sync 상태로 변경될 수 있다. Passive Sounding은 주파수의 신호세기를 측정하여 주파수를 선별하는 상태로 Master는 필요에 의해 Passive Sounding 상태로 변경하는 것을 선택할 수 있다. Normal/Fast Master Sync상태로 변경된 이후에 Master는 동기신호를 송신하게 된다. 이 상태들에서 Master는 Master와 동기화된 Slave와 통신이 가능하다. Master Sync 상태에서는 Master/Slave간의 특별한 통신에 의해서 주파수를 선별할 수 있는 Static Sounding 상태로 변경될 수 있다. Static Sounding 상태에서는 Master/Slave간의 사용자 통신은 불가능하다. Static Sounding 상태는 사용자의 필요에 의해 선택 가능하다.

<표 6> 상태별 설명

<Table 6> Description of states

State	Description
Not Initialized	초기화되기 전 상태
Initialized	초기화가 완료된 상태, Master 와Slave를 결정
Normal Master Sync	Normal 네트워크 사이클의 Master로 동작
Fast Sync Master Sync	Fast Synchronization 네트워크 사이클의 Master로 동작
Scanning	Master와 동기화 되는 상태
Normal Slave Sync	Master와 동기화 이후 Normal 네트워크 사이클의 Slave로 동작
Fast Sync Slave Sync	Master와 동기화 이후 Fast Synchronization 네트워크 사이클의 Slave로 동작
Passive Sounding	Master가 Passive Sounding을 하는 상태
Master Static Sounding	Master가 Static Sounding을 하는 상태
Slave Static Sounding	Slave가 Static Sounding을 하는 상태

Slave는 Master와 초기화 이후에 Initialized 상태로 변경된다. 마찬가지로 어느 상태에서도 초기화를 수행하면 Initialized 상태로 변경된다. 초기화 이후에 Scan 과정에서 Master와 동기화를 수행한다. Master의 동기정보를 획득한 경우에는 Master와 동기화되어 Normal/Fast Slave Sync 상태로 변경되고, 동기정보를 획득하지 못한 경우에는 다시 초기화 상태로 변경된다.

Master와 동기화되어 Normal/Fast Slave Sync 상태로 변경된 이후부터 Slave는 Master와 통신이 가능하게 된다. Master의 Static Sounding 요청을 수신하면 Static Sounding 상태로 변경하여 Static Sounding을 수행하게 된다.

V. 결 론

미래 정보화 사회는 사람들의 이동성이 증가하면서 무선 서비스의 요구가 급격히 증가, 동시에

실시간 멀티미디어 전송이 가능한 전송속도의 증가가 절실히 요구되고 있다. 무선기술의 발전에 따라 전송속도의 증가는 매우 빠른 속도로 개발이 이루어지고 있으나, 무선 사용자의 증가로 인한 상호 간섭을 극복하는 문제는 아직 쉬운 해결책이 제시되지 않고 있다.

CDMA 방식은 사용자 간의 간섭을 효과적으로 제거하는 특성이 있으나, 시스템의 구조가 복잡하여 보편적인 응용분야에서는 가격경쟁력이 없어 사용할 수 없는 단점이 있다.

Binary CDMA 기술은 종래의 CDMA 성능을 보유하면서 외형은 TDMA와 동일하여, 성능경쟁력과 가격경쟁력을 동시에 보유하고 있으므로, 미래사회에서 이동통신의 수요가 급격히 증가하여 보편적인 무선 서비스가 확대되는 상황에서 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있는 기술이다. 이미 상품화가 완료된 안정적인 TDMA RF 모듈을 이용하여 우수한 성능의 CDMA 시스템 개발이 가능하므로 빠른 속도로 응용 제품을 시장에 선보일 수 있다.

현재 블루투스 RF 모듈을 이용한 Retaw-1 단계는 기술개발이 완료되어, 사용자당 180Kbps의 무선 데이터 전송이 가능하므로 무선 MP3 라디오, 다채널 무선전화기, 무선 인터폰, 양방향 그룹 무전기, 다국어 무선안내 시스템, 등의 응용 제품 개발에 사용될 수 있고, 사용자가 밀집하여 상호 간섭이 심한 환경에서의 무선데이터 전송이 가능하므로 무선 시리얼 포트, 무선 텔레메트리, 무선 스마트카드 등의 응용분야에 적용될 수 있다.

후 기

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F-046-01, E-Navigation 대응 IT-선박융합 핵심기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] 류승문, "Binary CDMA 기술 및 응용분야 소개", JCCI 2002 Tutorial IV, 2004.
- [2] 류승문 외 3명, "PW/CDMA와 DS/CDMA의 성능 비교", 11th JCCI, 2001.
- [3] 안호성 외 2명, "Binary CDMA 소개", JCCI 2002 VI-A.1, 2002.
- [4] J. K. Oh, S. P. Kim, M. J. Kim, H. S. Ahn, and S. M. Ryu, "Orthogonal Multi-code CDMA Systems with Constant Amplitude Transmission Based on Level Clipping and Pulse Width Modulation", Proc. ICOIN'2002, 2002.
- [5] S. P. Kim, J. K. Oh, M. J. Kim, H. S. Ahn, and S. M. Ryu, "On the selection of code set for binary multi-code CDMA system", Proc. ICOIN'2002, 2002.
- [6] 류관웅 외 3명, "이진 부호화된 PW/CDMA에서 Clipping Error 분석과 에러 제거 알고리즘에 대한 연구", JCCI 2002 VI-A.3, 2002.
- [7] 정민우 외 3명, "Binary CDMA 시스템에서의 채널 전송 성능 측정", JCCI 2002 VI-A.5, 2002.
- [8] 전성식 외 4명, "PW/CDMA를 이용한 차량 다중 배선 시스템", JCCI 2002 VI-A.6, 2002.
- [9] 최정민 외 1명, "이진 레벨 클리핑 multi-code PW-CDMA 시스템을 위한 적응역확산수신기", 2002년도 대한전자공학회 하계종합학술대회, pp.13-16, 2002.
- [10] 안철용 외 3명, "고속데이터 전송을 위한 Multi-Phased MC-CDMA 시스템의 제안 및 성능 분석", 한국통신학회 논문지, Vol.26, No.12, 2001.
- [11] Cheol Yong Ahn, Dong Ku Kim, Chi Hun Ahn, and Seung Moon Ryu, "Multi Phased MC-CDMA System for Transmitting the High Rate Data", The 6th CDMA International Conference, 2001.
- [12] Cheol Yong Ahn, Chi Hun Ahn, Seung Moon Ryu and Dong Ku Kim, "Performance of the Multi Phased MC-CDMA System with Nonlinear Amplifier", WCNC 2002, 2002.
- [13] 홍인기 외 3명, "MP/CDMA를 위한 신호 성상 설계", JCCI 2002 VI-A.4, 2002.
- [14] 김성필 외 3명, "CS-CDMA 시스템을 위한 정 포락선 부호화 방식", JCCI 2002 VI-A.2, 2002.

정 성 훈 (鄭聖勳)



- 2002. 2. 동명정보대학교 공학사
- 2004. 2. 한국해양대학교 공학석사
- 2007. 2. 한국해양대학교 공학박사
- 2003~현재 부산경상대학 멀티미디어 컴퓨터과 겸임교수
- 2010~현재 한국해양대학교 산업기술연구소 전임연구원, 차세대 IT선박융합기술센터 연구원

관심분야 : e-Navigation, ENC, 해상통신, 모바일 콘텐츠

양 규 식 (梁圭植)



- 1974. 2. 한국항공대학교 공학사
- 1984. 2. 건국대학교 공학석사
- 1991. 2. 건국대학교 공학박사
- 1995~현재 한국해양대학교 공과대학 교수, 차세대 IT선박융합 기술센터 4S통신 팀장

관심분야 : e-Navigation, 해양통신시스템, 안테나공학

MVC와 AJAX 기반의 센서 모니터링 시스템

A Sensor Monitoring System Based on MVC and AJAX

임하수*, 오수열*, 조성의*, 안동순*, 김종화*, 박경우*, 이영호*

Lim Hasoo*, Oh Soo Lyul*, Cho Sung Eui*, Ahn Dong Soon*,
Kim Jong Hwa*, Park Kyung Woo*, Lee Youngho*

요 약

온도, 빛, 습도 등을 포괄하는 사무실 및 작업실 환경은 업무 능률과 밀접한 관계를 갖고 있을 뿐만 아니라 낭비되는 에너지를 효과적으로 관리하기 위한 그린IT(Green IT)와도 밀접한 관계를 갖고 있다. 최근까지 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련되어서 센서 네트워크를 활용한 다양한 시도들이 진행되고 있으며, 본 논문에서는 센서 네트워크를 이용해서 사무실 및 작업실 환경을 모니터링하는 시스템을 MVC 패턴과 AJAX를 기술을 적용해서 개발한 내용을 소개한다. MVC 패턴의 적용은 모니터링 내용을 웹 플랫폼, 데스크톱 응용프로그램, 모바일 플랫폼을 개발할 때 시스템의 재사용성을 높이고, 시스템 확장성과 호환성을 높일 수 있는 장점을 제공한다.

Abstract

Temperature, light, and humidity in offices and work places are closely related to both work efficiency and Green IT which monitors energy consumption and prevents energy from being wasted. There has been lots of research on sensor network systems and services. In this paper, we propose a sensor monitoring system which monitors office and work place and is based on MVC pattern and AJAX technologies. Our approach increases reusability, system extensibility, and portability on developing sensor monitoring system in diverse platforms: web, desktop, and mobile platform.

Keywords : Sensor Network, Monitoring, MVC, AJAX

I. 서 론

유비쿼터스(Ubiquitous)는 넓은 의미로 언제

어디서나 네트워크에 접근해 원하는 정보를 얻을 수 있는 것을 말하고, 좁은 의미로는 제품, 도로, 다리, 빌딩 등 모든 물리공간에 네트워크 통신 능

* 국립목포대학교 컴퓨터공학과

• 제1저자(First Author) : 임하수, 교신저자(Corresponding Author) : 오수열

• 접수일자 : 2010년 3월 30일, 2010년 5월 3일 심사완료

력이 있는 초소형 칩이 내장되어 사물과 사물이 무선으로 통신하고, 인간과 사물이 통신할 수 있는 환경을 말한다.

유비쿼터스 사회를 이루기 위한 핵심 기술인 USN(Ubiquitous Sensor Network)은 센서 노드들이 수집한 데이터를 사용자에게 제공하는 능동적인 시스템이다. 필요한 모든 사물에 센서를 붙여 그 사물 및 주변 환경 정보를 자동으로 알아내어 네트워크를 통해 정보를 공유하고, 이를 통해 특정 정보를 수집해 서비스를 제공한다.

USN은 물리적 세계와 디지털 세계를 연결할 수 있는 특징 때문에 많은 분야에 응용될 수 있고, 특히 인간 생활의 편리와 안전을 위해 접근이 불가능하거나 위험한 취약지구, 혹은 우리 생활에 밀접하면서도 쉽게 간과할 수 있는 부분에 수백 개의 센서 노드를 설치해 마치 사람이 계속해서 감시하는 것과 같은 역할을 수행한다.

이러한 USN이 이제는 웹과 접목되고 있다. 이전에는 USN분야는 Server/Client 환경에서 주로 개발되어 왔으나 USN네트워크를 구축하는 기업들이 자신들이 사용하는 웹기반 비즈니스 시스템에 USN의 다양한 정보들을 모니터링하고 제어하기를 원하면서 USN은 웹과 통합되어 점차 거대화되어가고 있다.

웹의 장점은 웹브라우저와 인터넷만 연결되어 있으면 언제, 어디서든 접근이 가능하며 플랫폼의 제약이 적으며, Html문서는 간단한 태그와 스크립트만으로 사용자에게 정보를 제공하여 준다. 웹의 단점은 속도가 느리고, 데이터양이 많을수록 처리할 수 있는 한계가 있으며, 로컬자원에 대한 접근이 불가능하기 때문에 다른 수단(Active X 나 애플릿 등)을 강구해야 한다는 점입니다. 또한 보안에 취약하다.

사용자들은 웹의 편안한 접근성과 자신들의 비즈니스 시스템과 통합되기를 원하기 때문에 개발자들에게 웹이 그동안 가지고 있던 단점들을 해결

하기를 바라며 시스템 개발자 또한 플랫폼 독립성과, 배포 및 유지보수의 편의성 때문에 웹이 가지고 있던 단점들을 계속해서 극복해 나가고 있다.

u-Society속의 사용자(기업)들은 생산성 향상을 위해서 정량적 효과뿐만 아니라 정성적 효과도 증진시키기 위하여 직접적인 요인이 아닌 외부적 요인(작업 환경의 개선으로 직원들의 능률성 증진)을 증진시키기 위하여 USN을 이용한 환경감시에 조금씩 눈을 돌리고 있고, 생산량이나 품질에 대해서 즉각적인 정보 수집과 실시간 대처를 원하면 필요에 공정이나 시스템 구성도 바로바로 변경되기를 바란다. 이러한 의 외부환경 및 내부환경 간의 통합과 분산 및 재구성과 같은 재공학 요구가 자주 발생하며, 비즈니스 시스템 관리에 있어서 JIT(Just In Time)이 강조되면서 현장에 대한 즉각적인 상황을 알고 싶어 하고 대처하기를 원한다. 이러한 동적이고 즉각적인 엔터프라이즈 환경에서 시스템은 이기종과의 통합지원 되어야 하며, 시스템은 변화에 대응하여 계속적으로 유지, 보수 되어야한다. 따라서 본 논문에서는 MVC 패턴과 비동기 실시간 통신 AJAX(Asynchronous JavaScript and XML)를 적용한 사무실 환경 모니터링 시스템의 개발로 비즈니스 측면과 소프트웨어 개발, 유지 측면에서 재사용성을 크게 하고, 시스템의 확장성, 호환성, 효율성 증진 방안을 제안한다.

본 논문은 2장에서는 MVC(2모델) 구조와 AJAX(실시간 비동기 통신)의 구조에 대해서 소개하고, 3장에서는 제안된 센서 모니터링 시스템에 대해서 기술하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구를 밝힌다.

II. 이론적 배경

1. Web 1.0과 Web 2.0의 비교 • 분석

웹은 일상생활에서 가장 널리 사용하고 있는 인터

넷 응용프로그램 중 하나이다. 초기의 웹은 정적인 HTML 문서를 제공하는 서비스였지만, 현재는 비즈니스 업무를 위한 응용프로그램의 플랫폼으로 사용되고 있으며, Web 2.0 이후로 상호대화성, 사회 연결망, 집단 지성 등의 사회활동(social activity)과 연관된 기능을 강화하는 방향으로 발전하고 있다.

Web 1.0과 Web 2.0을 간단히 비교하자면 다음과 같다[1].

- Web 1.0서비스는 사이트 운영자에 의해 중앙 집중화된 환경에서 정적으로 운영이 되지만, Web 2.0서비스는 사용자 참여에 의해 자율적 분산 환경에서 운영되므로 점차 양적/질적으로 데이터가 풍부해 진다.
- Web 1.0 서비스의 경우 포털상에서 사용자 취향 및 의도에 맞게 조정이 불가능하지만, Web 2.0 서비스의 경우에는 플랫폼상에서 운영되고 있는 서비스들은 사용자가 원하는 의도에 맞게 조정이 가능하다.
- Web 1.0은 기술의 중심이 대부분 OS/브라우저에 종속성을 가지고 있지만, Web 2.0은 사람이 중심이 되는 참여와 공유의 컨셉을 바탕으로 OS/브라우저에 상관없이 기능 구현이 가능할 뿐만 아니라 필요에 따라서는 사용자들에 의해 확장이 가능하다.

Web 2.0의 기술적 특징은 Ajax, RSS(Really Simple Syndication), Mash-up, Folksonomy와 같은 인터넷 기술을 바탕으로 하고 있다. 이들은 Web 2.0 서비스 개발의 핵심적 기술 기반이 되고 있으며 기업용 애플리케이션의 개발에 있어서도 사용이 급속하게 확산되고 있다.

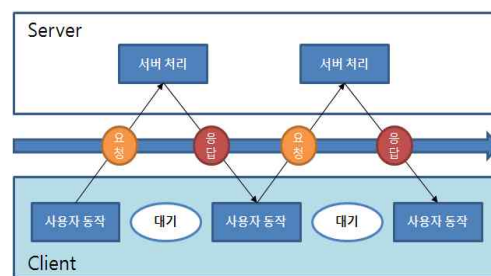
- Ajax(Asynchronous JavaScript And XML): Ajax는 웹의 플랫폼 화를 가능하게 하는 기술적 토대로서 비동기 통신을 통해 빠른 서비스의 제공이 가능하도록 하며, 사용자의 경험이 기반이 되는 유연한 사용자 환경을 구현할 수 있도록 한다. 아이콘 끌기를 통해 화면을 조작할 수 있는 데스크

크톱처럼 웹에서도 자신이 원하는 형태로 화면을 구성 할 수 있도록 한다. 이러한 환경에서 이용자는 다양한 웹 기반 애플리케이션들과 콘텐츠를 자신의 목적에 맞게 재구성 할 수 있다.

- RSS(Really Simple Syndication) : 사이트의 콘텐츠 일부 또는 전체를 다른 서비스에서 이용할 수 있도록 해주는 콘텐츠 신디케이션 기술이다. 다양한 웹 사이트 상의 콘텐츠를 요약 하고, 상호 공유하고 주고받을 수 있도록 만든 표준이다.
- Mash-up : 별개의 콘텐츠 및 테크놀러지를 하나로 조합하여 하나의 Open API를 만든다. 웹 기반 서비스의 개발을 블록 쌓기와 같은 형태로 할 수 있는 환경을 제공하며, 새로운 웹기반 서비스의 빠른 개발과 확산을 가능하게 한다.

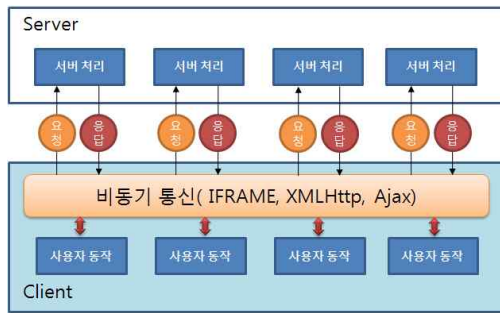
2. WEB에서의 실시간 비동기 통신

그동안 웹에서 구현되어왔던 동기적인 통신 방식은 <그림 1>처럼 사용자가 어떤 Action을 하였을 때 그 요청이 서버로 전달되어 처리되고 결과가 반환되어 오기까지 다음 행동을 취하지 못하고 대기해야만 했다.



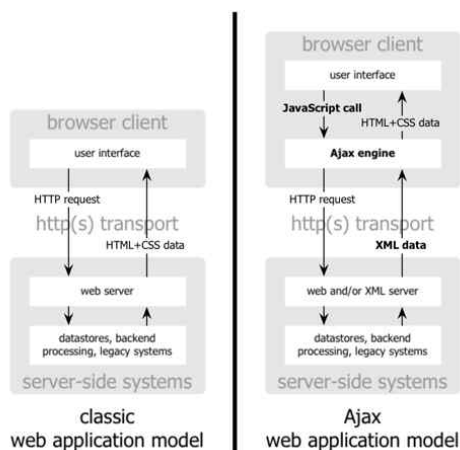
<그림 1> 기존 웹 모델(동기적 패턴)

반면, 비 동기적인 구조는 <그림 2>처럼 하나의 작업이 완료되지 않은 상태에서도 다른 작업을 얼마든지 시작할 수 있다.



<그림 2> 비동기 웹 모델

많은 개발자들이 비동기 통신을 위하여 다양한 방법을 사용하였다. HTML4.0과 함께 IFRAME이 등장하면서 원하는 페이지에서만 부분적으로 Hidden IFrame을 만들어 비동기 통신을 시도 하였고 2001년 MS사에서 XMLHttpRequest라는 웹에서 비동기 통신이 가능한 ActiveX를 제공하였다. XMLHttpRequest방식은 순수한 자바스크립트만을 이용해서 프로그래밍적으로 서버로의 접근이 가능해지기 때문에 페이지의 실행주기에 종속적일 필요가 없었다. 그러나 통신 데이터 포맷의 규정이 없어 개발자마다 자기만의 포맷을 사용하여 잠재적인 문제를 가지고 있었다. Ajax는 XMLHttpRequest를 사용하여 서버로의 요청 결과를 얻어오는 자바스크립트 함수이다.[3]



<그림 3> 전통적 WEB 모델과 Ajax 모델

Ajax의 기본적인 방식은 <그림 3>과 같다. 서버에서는 전체 HTML을 반환해주는 페이지가 아닌 특정 기능을 수행한 결과만을 텍스트나, XML혹은 다른 데이터 포맷으로 반환하는 페이지가 필요하다. 이 페이지는 Ajax 엔진에 의해서 요청되며, 그 결과 데이터 또한 Ajax 엔진이 비동기적으로 받아온다. 그리고 Ajax 엔진에 의해 가져와진 데이터는 DHTML과 자바스크립트를 통해서 화면에 동적으로 반영된다. Ajax는 필요한 데이터만을 가져와 브라우저에 반영하므로 네트워크의 트래픽을 향상시킬 수 있고, 서버의 부하도 감소시킨다.

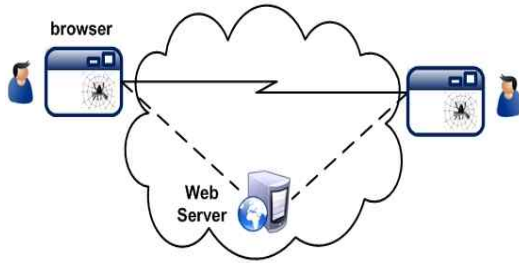
Ajax플랫폼의 구성을 설명하면 다음과 같다.

- Ajax Engine : JavaScript와 XMLHttpRequest기술을 결합하여 웹 브라우저에서 실행 가능한 RIA를 제공
- Plug-in Engine : 화면 UI컴포넌트의 기본 단위인 Plug-in을 실행하고 관리할 수 있도록 하는 UI Rendering Engine 이다.
- UI Style : 일관성 있고 다양한 디자인을 적용할 수 있는 표준 CSS를 지원하며, 또한 Plug-in에 따른 확장 가능한 Stylesheet를 추가로 지원한다.
- Skin Manager : 웹 프로그램에 디자인 및 서식을 적용할 수 있도록 지원하는 모듈이다.
- 통신 모듈 : SOAP, RESET, JSON연동과 같은 연동 모듈을 제공한다.

3. Model1과 Model2의 비교 • 분석

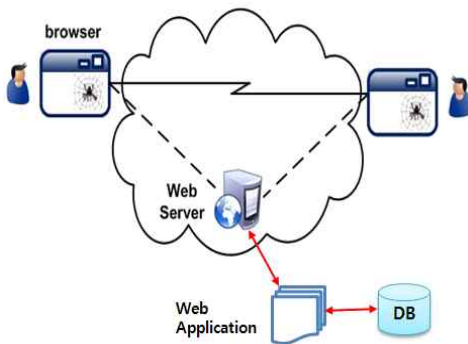
기존의 HTML기반 웹 방식은 텍스트 위주로 웹 문서의 작성이나 정적인 데이터들의 처리에는 편하지만 동적인 데이터 처리에 있어서는 큰 한계를 가지고 있었고 이러한 한계점을 극복하기 위해 CGI, ASP, PHP, JSP등의 기술이 발전하였고 <그림 4>처럼 Client/Server방식으로 구축된다. 사용자가 웹 브라우저를 통해 어떤 결과를 웹 서버에 요청하게 되면 서버는 그 요청을 받아들여서 데이터를 처리한 후

결과를 웹 브라우저의 응답 형태로 사용자에게 보낸다.



<그림 4> 2-tier 형태

2-tier방식에서 웹 서버와 사용자의 요청을 실질적으로 처리할 수 있는 비즈니스 로직이 구현되어 있는 애플리케이션 서버가 <그림 5>처럼 분리되어 있으면 3-tier구조라 한다.



<그림 5> 3-tier 형태

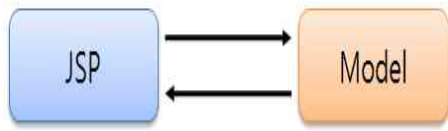
기존 웹 개발의 문제점은 다음과 같다.[7]

- ViewState : 요청 전반에 걸쳐 상태가 유지되는 ViewState 기능의 메커니즘은 클라이언트와 서버 사이를 빈번하게 오고 가는 거대한 데이터들로 인해서 얻어지는 결과다. 많은 실무 응용 프로그램에서 이 데이터들은 수백 킬로바이트에 이르는 경우도 빈번하며, 모든 요청 시마다 매번 수신되고 다시 전송되므로, 사이트 방문자가 버튼을 클릭하거나 그리드에서 다음 페이지로 이동하려고 할 때 응답 지연의 원인을 제공하며 방문자를 지치게 만든다.

- 페이지 수명 주기 : 클라이언트 측 이벤트와 서버 측 이벤트 처리기 코드를 연결해 주는 메커니즘은 페이지 수명 주기의 한 부분이며, 경우에 따라서 상당히 복잡 미묘해질 수도 있다.
- 제약이 많은 HTML 기반의 컨트롤 : 서버 컨트롤의 HTML은 대체로 웹 표준을 만족하지 못하거나 CSS를 적용하기 어려운 구조일 뿐만 아니라 서버 컨트롤 시스템이 생성한 ID값은 예측하기 어렵고 복잡하여 자바스크립트로 접근하기가 대단히 힘들다.
- 취약한 관계의 분리 : 코드-비하인드 모델은 응용 프로그램 코드를 HTML 마크업과 분리하여 별도의 코드-비하인드 클래스에 작성할 수 있는 방법을 제공한다. 이 모델은 로직과 프리젠테이션을 분리할 수 있으나 실제로 개발자들은 프리젠테이션 코드와 응용 프로그램 로직을 하나의 거대한 코드-비하인드 클래스에 뒤섞어 구현할 수밖에 없다. 그래서 뛰어난 관계의 분리를 도입하지 않고 얻어진 결과물들은 대체로 취약하고 난해 하다.

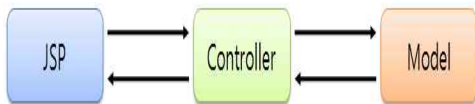
웹 표준 준수를 향한 움직임은 Web2.0으로 넘어오면서 더욱 증가하였고, HTTP 기반의 응용 프로그램 간 상호 운영 아키텍처로서 SOAP보다는 REST[8]를 사용하므로 웹 서비스와 웹 응용 프로그램 간의 구분은 점차 모호해지고 있다. 소프트웨어 개발 방법론에 많은 변환을 겪어오고 있는데 최근에 유행하는 개발 방법론으로 애자일과 테스트 주도 개발이 있다[9]. 이러한 개발 방법들은 독립된 모듈 집합으로 설계된 소프트웨어인 경우에만 효과적으로 적용이 가능하다.

과거의 웹 애플리케이션 개발에 있어서 <그림 6>과 같은 Model 1이 주로 사용되었다. 애플리케이션 규모가 작을 경우에는 크게 상관이 없지만 엔터프라이즈급 규모의 프로젝트를 진행할 경우에 Model 1은 유지보수 및 재사용성에 비효율적이다.



<그림 6> 모델1 흐름도

모델 1은 JSP 페이지에서 화면을 보여주고, 요청을 하게 되면 JSP 페이지에서 직접 Model에 접근하여 처리를 하게 된다. 데이터베이스와 연동하는 JSP 페이지를 만들 때 디자인 부분과 데이터베이스 연동하는 로직 부분을 모두 같은 페이지에 코딩한다. 이 같은 개발을 할 경우 개발 시간은 짧아질 수도 있지만, 나중에 유지보수를 하게 될 경우 소스 코드 분석이 어려워지고 디자이너가 디자인을 변경할 경우에는 태그 외에 자바 코드들이 섞여있기 때문에 해석하는데 문제가 발생한다.



<그림 7> 모델2 흐름도

Model 2는 <그림 7>처럼 디자인 부분과 로직 부분을 나누어서 개발하기 때문에, 독립성을 유지할 수 있으며 차후 유지보수를 할 경우 각각의 개발 부분만 변경하면 된다.

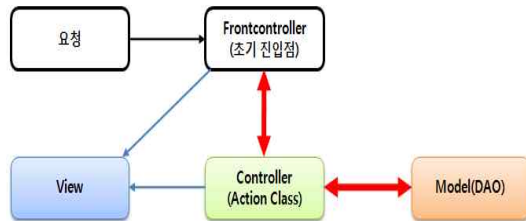
Model 2를 따르는 MVC는 Model, View, Controller로 구성되며, Model과 View를 독립적으로 개발하기 때문에 Controller를 만들어서 Model과 View사이에 개입하여 서로 연동되는 역할을 해 주어야 한다.

Controller(서블릿)는 MVC 패턴에서 View와 Model을 연결시켜 준다. Model의 경우는 일반적인 클래스 파일로 이루어져있으므로 외부에서 직접적인 접근을 할 수가 없다. 그리고 Model은 목적이 비즈니스 로직을 수행하는 것이므로 외부에서 접근할 필요도 없기 때문에 서블릿으로 만드는

것은 적합하지 않다.

View(JSP)는 MVC 패턴 중 화면 출력 부분에 해당한다. 코드는 거의 디자인에 관한 것으로 이루어지며 절대 데이터베이스 연동과 같은 비즈니스 로직을 구현하지 않는다.

Model(JavaBean)은 MVC 패턴에서 비즈니스 로직을 처리 한다. 이 파일은 클래스 파일로 이루어져 있다. MVC 패턴을 이용한 웹 게시판의 흐름도는 <그림 8>과 같다.



<그림 8> MVC적용 게시판 흐름도

MVC의 주요 장점은 다음과 같다

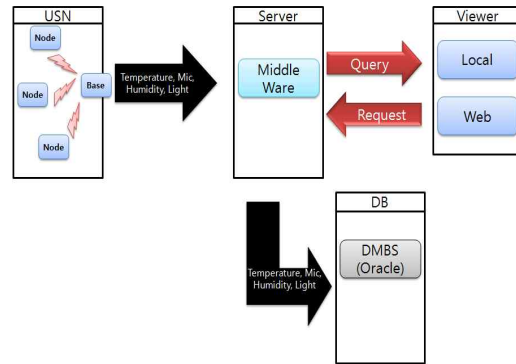
- 확장성 : 인터페이스 또는 내장된 추상 기본 클래스와 같은 일련의 독립적인 구성 요소들로 구성되어 있기 때문에, 라우팅 시스템이나 뷰 엔진, 컨트롤러 팩토리, 또는 다른 어떤 프레임워크의 구성요소라도 직접 구현하여 대처 할 수 있다.
- 테스트 : 응용 프로그램의 관계를 분리하여 각각 별개의 독립적인 소프트웨어 조각으로 분리할 수 있게 해주므로 응용 프로그램을 유지, 보수하거나 테스트하기에 용이하게 만들 수 있다.
- 엄격한 HTML 제어 : 목록이나 표, 또는 문자열 리터럴 등의 UI 요소들을 표현하기 위해서 CSS를 사용하여 단순한 마크업을 만든다.
- 라우팅 시스템 : 정의된 어떤 패턴에도 제약을 받지 않고 URL 스키마와 그에 대응하는 컨트롤러 및 액션과의 연결을 완벽하게 제어할 수 있다.

III. 연구 및 고찰

1. 시스템 개발환경

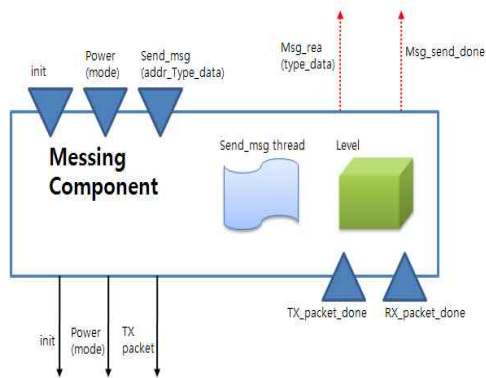
본 시스템의 설계 tier 구조는 클라이언트와 서버 간의 Active-X, 자바애플릿을 사용하지 않고 서버/클라이언트간 데이터만 주고받는 X-인터넷 기반이다.

USN 센서는 TinyOS를 탑재한 (주)하이버스사의 센서를 사용하였다. TinyOS는 미국 버클리대학에서 개발한 현재 가장 널리 쓰이고 있는 컴포넌트 기반, 이벤트 구동 방식의 센서 네트워크 운영체제로서, 제한된 자원을 가진 작은 크기의 센서 노드에서 효율적인 자원의 사용과 프로세싱 동시성을 지원해 준다.



<그림 10> USN 모니터링 시스템 구조

USN의 센서네트워크의 구조는 <그림 11>과 같으며 하드웨어 의존적인 구현에서 오는 복잡함과 하위 레벨 종속적인 특징들을 추상화하여서 데이터의 수집, 이벤트 처리 메커니즘, 전력 관리, 네트워킹 등의 기능을 사용자에게 숨겨서 최종적으로 센서 결과들이 마치 하나의 블랙박스과 같이 인식될 수 있도록 하며 다양한 응용이 하위 계층에 대한 고려 없이 쉽게 개발할 수 있도록 도와준다.



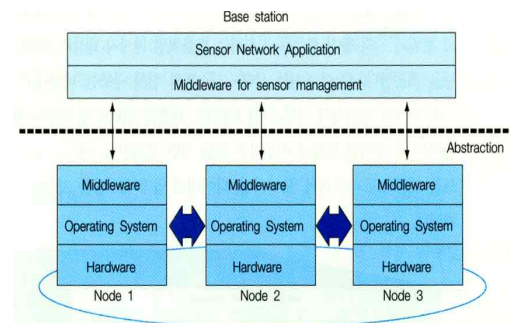
<그림 9> 메시징 컴포넌트

TinyOS의 컴포넌트 메시지구조는 <그림 9>와 같이 각 컴포넌트 입/출력 커맨드와 입/출력 이벤트로 구성된 인터페이스를 통해 다른 컴포넌트들과 상호작용한다.

미들웨어 서버와 웹 서버는 Linux Fedora8, Apache Tomcat5를 사용하였으면 데이터베이스는 Oracle 10g를 사용하였다.

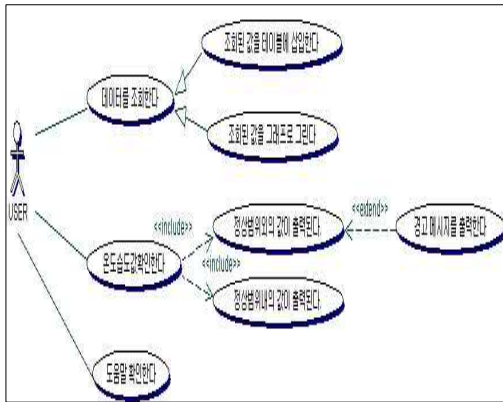
2. 시스템 설계 및 구현

본 논문의 모니터링 시스템의 기본구조는 <그림 10>과 같다.

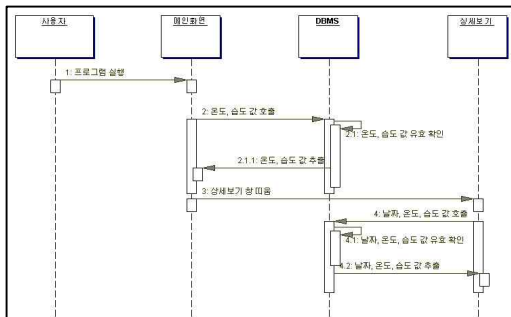


<그림 11> 미들웨어 관점에서 센스네트워크 구조

본 논문의 유스케이스 다이어그램은 <그림 12>와 같으며 모니터링이 주목적이므로 인식과정이 간단 명료 해야 하며, 웹에서의 뷰어 리퀘스트는 5초마다 비동기적으로 요청한다. 센서네트워크의 수집정보도 매 5초마다 DB에 저장되면 저장된 정보는 중복되지 않아야 하며 무선 손실이 없도록 HandShaking 방식을 사용한다.

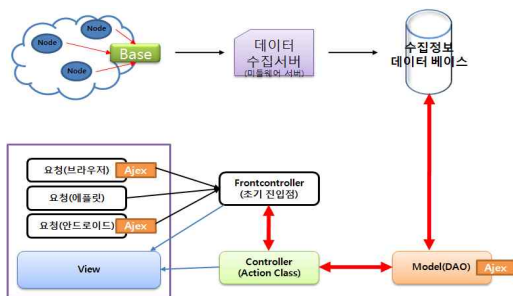


<그림 12> 센서 모니터링 유스케이스 다이어그램



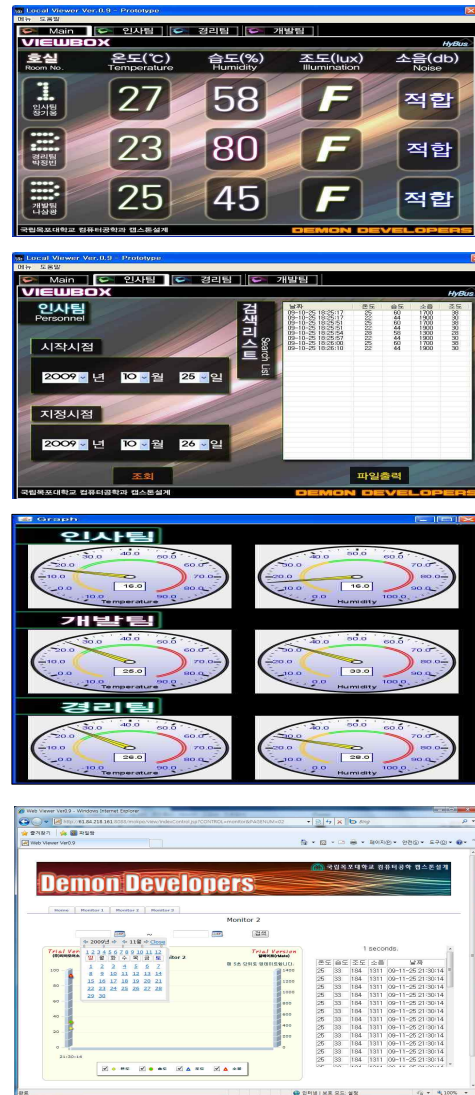
<그림 13> 센서 모니터링 시퀀스 다이어그램

본 USN 모니터링 시스템의 전체 구조는 <그림 14>과 같다.



<그림 14> 시스템 전체 구조

<그림 15>처럼 각각의 디자인 뷰어를 만들고 하나의 구조에 View만 추가하는 구조로 만들고 테스트 하였다.



<그림 15> 다양한 뷰어의 적용

IV. 결론 및 논의

유비쿼터스와 웹은 이미 생활의 일부가 되어 버렸다. IT의 영역이 확장됨에 따라 단위 단위의 발전에서 이제는 각각의 영역이 서로 통합되거나 하나의 목적을 위해서 정보를 주고 받거나 또는 다른 목적을 위해서 분리되기도 한다.

본 논문에서는 이러한 융통적인 IT개발 시대에 클래스의 확장성과 유지보수를 위한 MVC 패턴을

이용한 시스템 개발을 제안하였고 구현해 보았다.

MVC 패턴은 확장성, 결합허용, 가용성이 높은 구조이기 때문에 엔터프라이즈급 개발에서 일정이나 역할 분담이 기존 개발 방법보다 수월해 질 뿐만 아니라 개발 기간의 단축과 시스템 소프트웨어 품질의 향상을 가져오고 변환에 유연하게 대처할 수 있다.

이전까지는 웹에서 실시간 모니터링을 할 시 ActiveX나 애플릿을 설치하여 통신을 하거나 히든 페이지를 두어 통신을 하였다. 이러한 점들은 사용자 환경의 변화에 통신이 되지 않는 치명적인 문제가 있었지만 Ajax를 사용함으로써 브라우저만 있으면 클라이언트 환경에 독립성을 유지할 수 있고 필요한 데이터만을 송수신하므로 네트워크 트래픽이 감소한다.

MVC나 Ajax는 Web 2.0 시대를 활짝 여는 훌륭한 기술임을 부인할 수 없다. 하지만 과함은 부족함보다 못한 것처럼 시기적절 하게 적용시켜야 한다.

향후 Ajax 사용에 있어서 네트워크 대역폭, 서버 메모리, 브라우저 리소스 등의 고려가 필요하다. 본 논문에서 모바일폰에 대한 제안은 있었으나 실제적 적용하지 않았으므로 모바일폰에 대한 적용 및 테스트를 할 것이며, MVC 패턴을 적용한 플랫폼들의 비교 분석이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 어세룡, “웹2.0을 위한 AJAX 플랫폼”, 제 26권, 제 8호, 정보과학회지, 2008
- [2] Jesse James Garrett, “A New Approach to Web Applications”, <http://www.adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php>, 2월, 2005.
- [3] 유성수, “Ajax 기술과 보안”, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 2006
- [4] Adam Mathes, "Folksonomies - Cooperative Classification and Communication Through Shared Metadata," Computer Mediated

Communication, Dec 2004.

- [5] 김일중 et al., "실시간 웹 협력 시스템 개발", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제 8권, 제 2호, 한국정보처리학회, 2001.
- [6] 홍향설, “임베디드 리눅스 시스템 기반 Ajax 인터페이스 웹 서버 기법“, Proceedings of KFIS Autumn Conference, Vol. 17, No. 2, 2007
- [7] Steven Sanderson, “ASP.NET MVC Framework”, Apress, 2009.
- [8] 정순철, “통신 서비스를 위한 기반 통화/메시징 OpenAPI”, 정보통신설비 학술대회 논문집, 8월 2008
- [9] 이세영, “소규모 프로젝트를 위한 애자일 프레임 워크 설계 및 평가”, 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제15권 제11호, 11월 2009
- [10] 오지원, “JSP 2.1”, 해지원, 2009.
- [11] 강성철, “MVC 패턴을 이용한 컨퍼런스 등록 및 홍보서비스 설계 및 구현”, 한국인터넷방송통신TV학회 논문지, 제7권, 제4호, 8월 2007
- [12] 이명호, “설비 정보화를 위한 MVC 디자인 패턴을 활용한 비즈니스 tier의 설계”, Journal of the Korean Institute Of Plant Engineering, Vol 11, No 2, 6월 2006
- [13] 김영락, “TinyOS 기반의 USN 응용 개발 분석”, 한국멀티미디어학회지, Vol 11, No 3, 2007

임하수(Lim, Ha Su)



• 2010~현재 목포대학교 컴퓨터공학 석사과정

관심분야 : Mobile, ERP, POP

E-mail : core-core@hanmail.net

오수열(Oh, Soo Lyul)



- 1988년 5월~현재 목포대학교 공과대학 컴퓨터공학 교수
- 1994년 3월 전남대학교 대학원 전산통계학(박사수료)
- 1986년 2월 조선대학교 전산계산학과(공학석사)
- 1981년 2월 전남대학교 재료공학과(공학사)

관심분야: 소프트웨어공학, Ubiquitous 컴퓨팅

E-mail: syoh@mokpo.ac.kr

김종화(Kim, Jong Hwa)



- 1991년 3월~현재 목포대학교 공과대학 컴퓨터공학 교수
- 1989년 3월 일본 동북대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1985년 2월 조선대학교 전자공학과(공학석사)
- 1983년 2월 조선대학교 전자공학과(이학사)

관심분야: USN, Embedded System, Human Interface, DRM,

E-mail: kimjh@mokpo.ac.kr

조성희(Cho, Sung Eui)



- 1985년 4월~현재 목포대학교 공과대학 컴퓨터공학 교수
- 1992년 2월 조선대학교 수학과 전산통계학(이학박사)
- 1983년 2월 조선대학교 수학과 전산통계학(이학석사)

관심분야: 알고리즘, 소프트웨어공학

E-mail: chosung9@mokpo.ac.kr

박경우(Park, Kyung Woo)



- 1995년 3월~현재 목포대학교 공과대학 컴퓨터공학 교수
- 1994년 8월 전남대학교 전산학과(이학박사)
- 1988년 2월 전남대학교 계산통계학과(이학석사)
- 1986년 2월 전남대학교 계산통계학과(이학사)

관심분야: 분산 및 병렬처리

E-mail: kwpark@mokpo.ac.kr

안동순(Ahn, Dong Soon)



- 1990년 3월~현재 목포대학교 공과대학 컴퓨터공학 교수
- 1986년 2월 연세대학교 전자공학과(공학박사)
- 1985년 2월 연세대학교 전자공학과(공학석사)
- 1982년 2월 원광대학교 전자공학과(공학사)

관심분야: 전자공학, 컴퓨터공학

E-mail: dsahn@mokpo.ac.kr

이영호(Lee, Youngho)



- 2009년 9월~현재 목포대학교 공과대학 컴퓨터공학 전임강사
- 2008년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과(공학박사)
- 2001년 8월 광주과학기술원 정보통신공학과(공학석사)

관심분야: 가상현실, 증강/혼합현실, 인간-컴퓨터 상호작용, 문화콘텐츠기술, 맥락 인식 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅 등

E-mail: youngho@mokpo.ac.kr

스택 안정화된 나노 운영체제 커널구현

Implementation of Stack-Sage Nano OS Kernel

이 동 명*

Dong Myung Lee*

요 약

무선 센서노드들이 극도의 저 전력 경량장치에서 동작할 수 있으면서 동시에 환경과 응용 프로그램의 변화에 대처하기 위해서는 독특한 구조의 운영체제가 필요하다. 그러나 이러한 센서노드는 극도로 제한된 크기의 메모리와 메모리 보호기능이 없는 저가의 MCU를 사용하고 있어 스택 오버플로우로 인한 MCU의 정지 문제, 에너지 저감현상에 의한 자동리셋 현상이 발생한다. 본 논문에서는 유비쿼터스 센서네트워크에 적합한 스택 안정화된 나노 운영체제(나노 Qplus)의 커널을 제시한다. 본 논문에서는 센서노드의 MCU 데드록 문제, 에너지 저감에 의한 자동리셋, 스택오버플로 등의 문제점을 확인하고 이에 대한 해결 방안 및 성능 결과를 실험을 통해 제시한다.

Abstract

The Microprocessor Control Unit (MCU) stopping problem in the sensor modules by stack overflow and auto-reset problem by power degradation in sensor modules are occasionally appeared due to extremely limited memory space and low price MCU having non-memory protection function. In this paper, not only the MCU stopping and the auto-reset problems but also the dead end transition problems in the Nano OS kernel of the sensor modules are analyzed. In order to avoid and control these problems, the stack-safe Nano OS kernel suitable for USN is suggested, and the performance is evaluated by a number of experimentation.

Keywords : USN, ubiquitous, sensor, Nano QPlus, zigbee, stack overflow

I. 서 론

무선으로 연결된 무선 센서노드들은 작은 범위 내에서 동작하면서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사람과 컴퓨터 사이에 중개자로서의 역할을 수행

한다. 일반적으로 센서네트워크는 최소 수백에서 수만개의 작은 자율노드들로 구성된 분산 컴퓨팅 플랫폼으로 구성되며, 여기에 사용되는 센서노드들은 기존의 플랫폼과는 달리 컴퓨팅 성능, 메모리, 배터리 등의 모든 자원이 극도로 제한적이며

* 동명대학교 컴퓨터공학과

• 제1저자(First Author) : 이동명, 교신저자(Corresponding Author) : 이동명

• 접수일자 : 2010년 4월 2일, 2010년 5월 25일 심사완료

재사용을 고려하지 않은 일회용 컴퓨팅 플랫폼으로 구성되는 특징을 가진다.

이러한 특징 때문에 무선 센서노드들이 극도의 저 전력 경량장치에서 동작할 수 있으면서 동시에 환경과 응용 프로그램의 변화에 대처하기 위해서 독특한 구조의 운영체제가 필요하다.

나노 Qplus 운영체제는 ATMega128L과 CC2420을 갖는 센서노드에서 동작되도록 설계되어 있다. 그러나 문제는 이러한 센서노드는 극도로 제한된 크기의 메모리와 메모리 보호기능이 없는 저가의 MCU를 사용하고 있어 스택 오버플로우(Stack Overflow)가 발생할 가능성이 높고 이로 인해 MCU 자체가 데드록(Deadlock) 발생이 자주 된다는 점이다. 그리고 AA 배터리를 사용하여 시스템을 동작시키게 되므로 불안정한 전원 공급으로 인한 에너지 저감현상 등으로 자동리셋 되는 일도 발생한다. 이러한 문제점이 무선 센서네트워크의 상용화를 위한 큰 걸림돌로 작용되고 있으며, 시스템의 신뢰성을 저하시키는 결정적인 요인들이 되고 있다.

본 논문에서는 유비쿼터스 센서네트워크에 적합한 스택 안정화된 나노 Qplus 운영체제의 커널을 개발하기 위한 기법을 제시한다. 이를 위해 센서노드의 MCU 데드록 문제, 에너지 저감에 의한 자동리셋, 스택오버플로 등의 문제점을 확인하고, 이에 대한 해결 방안 및 성능결과를 실험을 통해 제시한다.

II. 관련연구 및 문제점들

TinyOS[1]는 미국 버클리 대학에서 무선 임베디드 센서네트워크를 위해 개발한 오픈소스 운영체제이다. TinyOS의 가장 큰 장점은 무선 센서네트워크 시스템을 대상으로 개발된 선구자격인 운영체제로서 오랜 기간 수많은 커뮤니티와 연구그룹들이 직접 사용하고 분석함으로써 매우 경쟁력

있는 형태를 갖추었다는 것과 응용프로그램의 개발에 직접적인 영향을 미치는 컴포넌트 라이브러리들을 기본적으로 상당수 제공한다는 것이다. 그러나 단점으로 컴포넌트 기반의 구조와 이벤트 드리븐(Event Driven) 실행모델, nesC 기반의 프로그래밍 환경이 기존의 C/UNIX 스타일에 익숙한 개발자들이 TinyOS에 접근하기 어렵게 만든다는 것이다.

SOS[2]는 UCLA 대학에서 개발된 모트(Mote) 단위의 무선 센서네트워크 환경을 위해 개발된 운영체제이다. SOS는 메시징, 동적 메모리, 모듈의 로딩과 언로딩(Unloading)과 같은 서비스들을 제공하는 커널을 사용한다. SOS는 전통적인 운영체제의 개념들을 무선 센서노드의 리소스 제약적인 환경에 적합한 형태로 변형하여 적용했기 때문에 센서네트워크 구축시 깔끔하고 유연하며 유지보수가 용이한 운영체제이다.

Mantis OS[3]는 기존 C 프로그래밍과 UNIX 운영체제 환경에 익숙한 개발자들이 좀 더 용이하게 프로그램을 개발할 수 있는 환경을 제공하는 것을 목적으로 개발된 단순한 UNIX 형태의 운영체제이다. 플랫폼에 관계없이 공유하는 사용자 수준의 공유 API가 존재하고, 하드웨어 마다 공유 API를 지원하는 낮은 수준의 드라이버 세트들이 개발되는 형태이다. MANTIS OS의 장점은 개발자들이 센서네트워크라는 특수한 상황에 대해 하드웨어 수준의 이해 없이도 기존의 C/UNIX환경에서 개발하듯이 POSIX 쓰레드 API와 같은 공유 API를 사용하여 응용프로그램을 개발할 수 있다는 것이다.

나노 Qplus 운영체제[4,5]는 빌드타임에 모듈 재구성이 가능한 Linux 스타일의 모듈화 된 계층 구조를 가지고 있으며, 커널에서는 FIFO, Preemption 방식 등 다양한 스케줄러를 지원하고, RF 모듈로는 IEEE 802.15.4 MAC과 간단한 형태의 Path Selective Star-Mesh 라우팅 기법 등을

지원하고 있다. 그리고 센싱 및 구동 기능을 위한 온도, 조도, 습도, 초음파, 적외선 및 릴레이 스위치(Relay Switch)와 같은 다양한 센서 디바이스 드라이버들을 함께 제공하고 있다.

그러나, 표 1에서 보듯이 기존 컴포넌트 라이브러리의 장점을 가지는 TinyOS, 유연하고 동적 메모리 사용이 가능한 장점을 가진 SOS, UNIX C API의 지원으로 개발의 편의성을 가지는 Mantis OS 등 기존 운영체제는 많은 장점을 가지지만 SOS를 제외하고는 실행 시 메모리 보호 기능을 갖고 있지 못하다. 특히, 나노 Qplus도 메모리 보호를 위한 방법을 제시하지 못하고 있기 때문에 스택 오버플로우와 같은 문제 등에 대처할 수 있는 방법이 없다. 실제로 TinyOS도 응용 프로그램을 개발한 다음 시뮬레이터 등을 통해 스택 오버플로우가 있는지 검사하는 수준이지 실행 시 대처하는 방법에 대해서는 제공하지 못하고 있다.

표 1 무선 센서네트워크 운영체제의 종류

	TinyOS	MANTIS OS	SOS	나노 Qplus
멀티태스킹	불가	가능	가능	가능
리얼타임 보장	없음	있음	없음	있음
저 전력모드	있음	있음	있음	있음
최적화 및 유연성	중음	중음	중음	중음
개발 용이성	중음	중음	중음	중음
정적 재설정	가능	가능	가능	가능
동적 재설정	불가	가능	가능	가능
표준화	없음	없음	없음	있음
메모리 보호	없음	없음	있음	없음
실행모델	이벤트	쓰레드	이벤트	쓰레드
ITC	없음	있음	있음	있음

본 논문에서는 현재 공개된 나노 운영체제인 나노 Qplus 1.6 버전을 이용하여 실행 시에 스택 오버플로우와 같은 문제가 발생하여도 안정적으로 프로그램이 동작할 수 있도록 처리하는 스택 안정화된 커널 기법을 제시하고자 한다.

III. 스택 안정화된 나노 Qplus 커널 개발

3.1 기존 나노 Qplus 커널의 문제점 분석

3.1.1 문제 발견을 위한 실험환경 및 방법

먼저 문제 발견을 위하여 Star-Mesh Network 예제 프로그램을 실험 할 센서네트워크를 그림 1과 같이 구축하였다. 센서네트워크에는 (주)옥타컴의 Nano 24 센서네트워크 플랫폼을 이용하여 라우터 노드, 싱크 노드, 가스 센서 노드, 조도 센서 노드를 각 1개씩 사용하여 구성하였다. 각 센서노드에는 나노 Qplus 1.6.1e버전 (qplusn-1.6.1e.tgz)의 커널이 사용되었다.

실험환경 및 방법은 다음과 같다. 센싱주기는 3초로 설정하였으며 싱크노드에서 배터리를 이용하여 측정 하였고, 센싱노드와 라우터 노드는 전원을 안정적으로 공급하기 위해 AC 전원을 사용하였다. 싱크노드는 라우터 노드로부터 센싱 패킷을 수신하면 시리얼 포트를 통해 모니터링 프로그램으로 수신된 패킷을 전달한 후 쓰레드 5개가 생성된다. 싱크 노드는 4KB의 메모리를 거의 모두 사용한다. 싱크노드에서는 패킷 수신 시 RED LED가 발광되며 패킷을 해석한 후 가스와 조도 값을 인지하게 되면 Green LED 및 Yellow LED를 동시에 발광한다. 또한, Green LED는 MCU의 생존성(Liveness)를 표시하기 위해 1초 단위로 발광하도록 하였다.

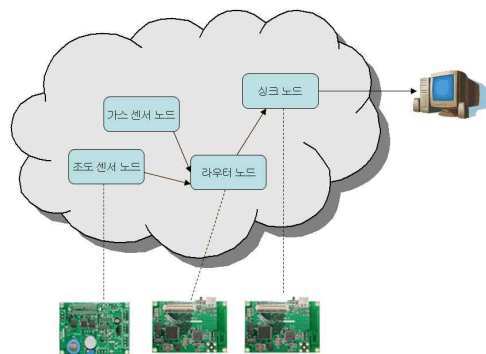


그림 1 실험을 위한 센서네트워크 구성

3.1.2 실험 결과 및 문제점들

실험에서 확인된 문제점들은 싱크노드의 스택 오버플로우 현상에 의한 시스템 동작 멈춤 문제와 에너지 저감 등의 원인에 의한 자동리셋 문제 등이다. 첫번째 문제점에 대해 실험한 결과, 커널이 반응하지 않고 멈추는 일이 자주 발생함을 확인하였는데 이 현상의 근본적인 원인은 싱크노드의 스택에 오버플로우가 발생하여 커널 메모리 영역에 데이터를 변경시킴으로써 MCU에 영향을 미치게 한 것으로 밝혀졌다. 결과적으로 소프트웨어적으로 데드엔드에 빠져 시스템이 멈춰버리는 상황에 빠뜨리는 일이 발생하고 있다.

두 번째 문제점은 AA 배터리를 일정시간 사용하게 되면 전력이 감소하는 문제인데, 실험결과 에너지 저감현상으로 인하여 센서 노드들이 자동으로 리셋 되는 증상을 확인할 수 있었다.

결론적으로 센서 노드의 커널이 시스템 안정성을 확보하기 위해서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 스택 오버플로우를 방지해야 한다.
- 배터리 소진 외에는 MCU가 어떠한 상황에서도 멈추지 않아야 한다.[6]

3.2 스택 안정화된 커널의 구현

3.2.1 시스템 정지 문제해결

먼저, 본 논문에서는 물리적인 현상 외에 소프트웨어적으로 MCU가 어떠한 상황에서도 멈추지 않고 동작될 수 있도록 하는 기법을 제시한다. 이를 위해 메인 프로그램의 리소스 초기화 단계에서 WDT를 가동(Enable) 시킨다. 그 다음 MCU 리셋 신호를 발생시키기 위해 기다리는 최대시간을 2초로 설정한다. 그리고 타이머 인터럽트를 활용하여 주기적으로 WDT를 리셋시키도록 하였다. 나노 Qplus 커널에서는 1초 마다 타이머0 인터럽트가 발생하도록 설계되어 있어서 1초마다 WDT 모듈을 리셋 시킬 수 있었다.

그림 2에서 보듯이, 1초마다 'WDR' 라이브 시그널을 ATmega128 WDT 모듈로 보내게 되면 정상 상태로 인정이 되어 다시 2초를 기다리게 되나, 만약에 WDT가 가동상태에서 2초 이내 그 WDR 시그널이 들어오지 않게 되면 MCU RESET 시그널을 ATmega128 코어의 RESET 포트에 보내 MCU 자체를 하드웨어적으로 리셋 시키게 된다. 이러한 방법은 MCU 코어 모듈에서 소프트웨어적으로 데드엔드 상태에 빠져도 하드웨어적으로 라이브 상태를 지켜보고 있다가 자동으로 재시작 시켜줄 수 있다는 것이다. 따라서, 소프트웨어적으로는 어떠한 일이 발생해도 시스템은 멈추지 않고 재시작할 수 있다는 것을 보장한다.

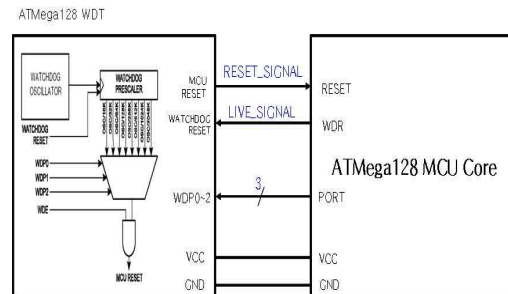


그림 2 ATmega128의 WDT 실행 구조

3.2.2 스택 안정성 확보

스택 안정성 확보를 위해서 사용자 레벨의 인터럽트와 커널 레벨의 인터럽트로 구분하여 문제를 해결한다. 나노 Qplus와 같이 커널 쓰레드(main함수)와 응용 쓰레드 그리고 인터럽트 서비스 루틴들이 서로 병행적으로 수행되는 쓰레드 드리븐 커널에서 메모리 크기가 커널 쓰레드에 비해 적은 응용 쓰레드 스택에서의 인터럽트 발생은 쓰레드 스택 오버플로우 혹은 언더플로우를 발생할 가능성이 매우 높다. 따라서 스택 안정성 확보를 위해 사용자 및 커널 레벨 인터럽트를 구분하는 기법이 필요하다.

나노 Qplus에서는 두 가지 주요 인터럽트 서비스 루틴을 갖고 있는데 하나는 다음과 같이 무선

통신 서비스를 위한 인터럽트 처리 루틴들이다

- SIGNAL(SIG_INTERRUPT0) - RX 인터럽트 핸들링
- SIGNAL(SIG_OUTPUT_COMPARE1A) - MAC스케줄러

다른 하나는 다음과 같이 메인 스케줄러에서 쓰레드 wake-up에 관련된 타이머 관련 인터럽트 처리 루틴이다.

- SIGNAL(SIG_OVERFLOW0) - 주기적인 타이머 처리

그러나 문제는 이들 인터럽트 서비스 루틴들이 많아야 128바이트 정도 되는 응용 쓰레드 스택에서 동작 할 때 발생한다. 실험적으로 확인해 본 결과, SIG_OUTPUT_COMPARE1A 인터럽트와 같이 MAC 인터럽트는 Low-level 인터럽트 모드 형태로 동작되고 있다. 그렇기 때문에 인터럽트가 상당히 자주 발생하고 이것은 응용 쓰레드의 스택을 계속 증가시키는 역할을 한다. 이것은 최악의 경우 스택오버플로우를 야기시키고 프로그램은 오동작을 발생시킨다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 리소스가 비교적 크게 잡혀있는 메인 스택 영역(대략 500바이트 잡혀있음)에서만 인터럽트 서비스 루틴이 동작되도록 하였다. 그림 3에서 보듯이 인터럽트가 발생이 되자마자 스택 레지스터로부터 스택 포인트의 위치를 얻은 다음 쓰레드 스택영역에 속하는가에 따라 인터럽트 서비스 루틴을 처리할 것인가? 혹은 버릴 것인가?를 결정하여 처리하는 루틴이다. 이렇게 함으로써, 인터럽트는 메인 스택에서만 처리되도록 하는 것이다.

IV. 실험 및 평가

4.1 실험 내용 및 평가요소

스택 안정화된 커널을 개발하기 위해 실험환경은 3.1.1절의 문제 발견을 위한 실험환경과 마찬가지로 동일하게 설정하여 실험하였다. 특히, 배터리 소모가 센서네트워크 노드시스템에 미치는 영향과 커널의 동작시간에 따른 스택의 사용내용을 집중적으로 확인하였다.

테스트 커널은 다음과 같이 case 1 및 case 2의 두 가지로 구성하여 실험하였다. 그리고 AA배터리 * 2개가 소진될 때(대략 2.3V)까지 자료를 수집하였다.

- case 1: WDT만 적용한 커널
- case 2: WDT + 스택 안정화 기능을 적용한 커널

평가요소로는 첫 번째, 배터리가 완전히 소진될 때까지 시스템이 멈추지 않고 동작 하는가?와 두 번째, 스택이 안정화되어 동작하고 있는가?에 대해서 살펴보았다.

```

1 SIGNAL(interrupt)
2 {
3   get SP;    /* get stack pointer          */
4   if (SP < (HEAP_TOP+32)) /* if thread stack area */
5     return;  /* return;                  */
6   else      /* if SP within main stack area */
7     call ISR(); /* call interrupt service routine */
8 }
    
```

그림 3 스택 안정성 알고리즘

4.2 평가

배터리 소모량 변화추이(시스템 동작시간) 측정결과를 그림 4에서 보는 바와 같이 대략 3.2V 정도에서 시작해서 2.7V 이하로 떨어지기 까지 대략 10시간 정도 소요되고, 처음 2.58V 이하로 떨어지는 데는 20여 시간 소요되며, 2.3V 정도까지 배터리를 소진하기 까지는 평균 50에서 60여 시간 동안 지속됨을 확인 할 수 있었다. 결과적으로 시스템 리셋은 여러 번 발생하고 있지만 배터리가

소진 될 때까지 정상적으로 동작하고, 시스템이 멈추는 일은 발생하지 않았음을 알 수 있었다.

또한, 스택 사용현황의 경우 case 1의 실험(그림 5 참조)에서 보면, 스택의 크기가 시간이 지남에 따라 점차 줄어드는 경향을 보이며, 궁극적으로는 스택 오버플로우 현상에 의해 자동리셋 되는 일이 발생하고 있음을 알 수 있었다. 즉, 시간이 경과되면서 스택을 사용할 수 없는 상태로 되면서 결국에는 WDT에 의해 자동으로 리셋되는 현상이 발생 하였다.

그림 6에서와 같이, case 2의 커널을 이용한 실험에서는 인터럽트를 커널레벨과 사용자 레벨로 구분해 줌으로써 쓰레드가 스택을 사용하는 사용량이 거의 1초 이내에 일정하게 유지되고 결국 스택이 안정화되었음을 알 수 있었다.

결과적으로, 그림 7에서 보면 case1처럼 WDT만을 적용한 기법만으로는 스택 오버플로우가 단 시간 내에 자주 발생하게 되고 그 결과 리셋 횟수도 증가하였다. 그렇지만 case2와 같이 스택안정화 기법이 함께 적용된 커널에서는 case 1에 비해 리셋 회수가 1/3 이하로 줄이는 효과를 얻었음을 알 수 있었다. case2의 커널이 보다 더 안정적임을 확인할 수 있었다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 유비쿼터스 센서네트워크에 적합한 스택 안정화된 나노 운영체제의 커널을 개발하기 위하여 센서노드에서 시스템 정지 문제, 시간이 지남에 따라 응용 쓰레드 스택에서 스택 오버플로우 문제 등을 확인하고, 이에 대한 해결 방안 및 성능결과를 실험을 통해 제시하였다. 이 연구에서는 무선 센서네트워크 환경에 적합한 쓰레드 드리븐 방식의 스택 안정화된 커널을 개발해줌으로써 시스템이 안정적으로 동작할 수 있게 하였

으며, 나노 커널의 신뢰성을 개선하는 효과를 얻을 수 있었다.

그러나 커널의 스택 안정화 등은 확보하였지만 아직 WDT로 인하여 시스템이 하드웨어적으로 자동 리셋되는 근본적인 원인을 찾지 못하였다. 향후 이러한 근본적인 문제를 해결하여 더욱 안정성이 좋은 신뢰성이 있는 향상된 커널을 개발하기 위하여 노력 중 이다.

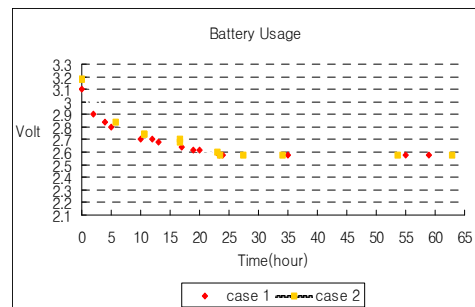


그림 4 배터리 소모율 추이

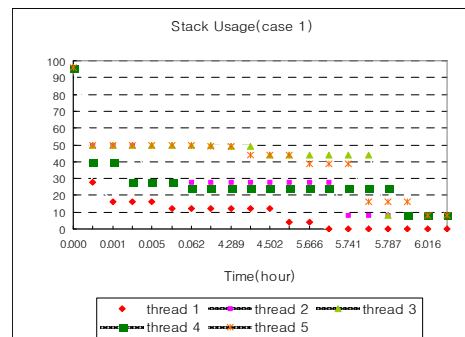


그림 5 실험 case 1의 쓰레드의 스택 사용율 비교

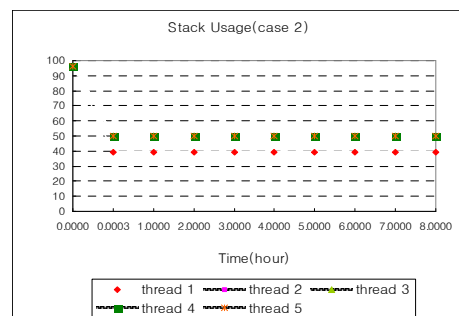


그림 6 실험 case 2의 쓰레드의 스택 사용율 비교

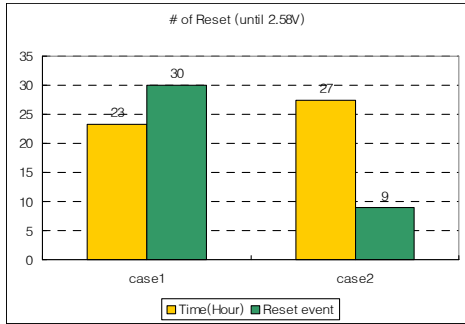


그림 7 WDT 리셋 빈도수

참 고 문 헌

- [1] Levis P., Madden S., Gay D., Polastre J., Szewczyk R., Woo A., Brewer E., Culler D., "The emergence of networking abstractions and techniques in TinyOS," in First USENIX/ACM Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 2004)", 2004.
- [2] Han C.C., Kumar R., Shea R., Kohler E., Srivastava M.B., "A dynamic operating system for sensor nodes," in MobiSys 163-176, 2005.
- [3] Bhatti S., Carlson J., Dai H., Deng J., Rose J., Sheth A., Shucker B., Gruenwald C., Torgerson A., Han R., "Mantis OS : An embedded multithreaded operating system for wireless micro sensor platforms," ACM Kluwer Mobile Networks and Applications (MONET) Journal, Special Issue on Wireless Sensor Networks, 2005.
- [4] Kwangyong Lee, Youngsam Shin, Heeseok Choi, Seungmin Park, "A Design of Sensor Network system based on Scalable & Reconfigurable Nano-OS Platform," in Proceedings of the IT-SOC, Seoul, Korea, Oct 2004.
- [5] Y. S. Shin, et al., "A Design and Implementation of a Multi-hop Wireless Sensor Network based on Nano-Qplus Platform," In the 20th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communication

(ITC-CSCC 2005), July, 2005.

- [6] 김재영, 이광용, 이동명 "유비쿼터스 센서네트워크에 적합한 스택 안정화된 나노 운영체제 커널 개발," 한국정보과학회 춘계학술발표논문집, Vol. 34 No. 1(A), 전북 무주리조트, pp.271~272, 2007. 6. 25.

이동명(Dong Myung Lee)



- 1982년 2월: 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)
 - 1990년 8월: 숭실대학교 전산공학과 (공학석사)
 - 1997년 8월: 숭실대학교 전자계산학과 (공학박사)
 - 1982년 3월 ~ 2000년 2월 : 한국전자통신연구원 책임연구원
 - 2000년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야 : 이동통신시스템, 센서네트워크, 지능형 로봇 제어

지문영상에 대한 개선된 세선화 방법과 특징추출 기법

Processing Technique of Enhanced Thinning Method and Extract Feature for Fingerprint Image

차승윤*

Seung-Yoon Cha*

요 약

본 논문은 지문영상의 세선화 방법과 특징 추출에 관한 개선된 기법에 관한 연구로서 256×256 그레이 레벨 지문 영상들은 동일한 크기의 블록으로 분할하여 이진 영상으로 변환하여, 변환된 이진 영상들은 Hildith 세선화 알고리즘을 이용하여 이진 세선화 영상으로 변환하였다. 이진 세선화 영상으로부터 3×3 Mask를 이용하여 지문 영상 내에서 가장 결정적인 영향을 미치는 특징 점들인 단점과 분기점들을 추출하였다. 이 추출된 특징점들로부터 VHN값을 이용하여 오류 특징점들을 제거하였다. 이 추출된 특징점들을 이용하여 지문의 분류 및 검증에 이용할 수 있을 것으로 본다.

Abstract

In this paper, fingerprint thinning method and feature extraction is studied. 256×256 gray level fingerprint images is partitioned into the same size block. The same size blocks are converted into the binary image. The binary images are converted into binary thinned images using Hildith thinning algorithm. From these binary thinned images we extract the ending points and the bifurcation points, which are the most useful critical feature points in the fingerprint images, using 3×3 MASK. From these extracted feature points we eliminated error feature points using vertical horizontal number value. The extracted feature points is used to fingerprint classification and verification.

Keywords : Fingerprint, Thinning Method , Feature Extraction

I. 서 론

인간의 생체계측학적 특성을 이용한 개인 인증 방법에 대한 연구가 수년간 행해져 왔다. 지문, 장

문, 음성, 얼굴, 망막 등과 같은 여러 가지 특성 중 지문은 가장 신뢰할 수 있으며 널리 사용되는 생체계측 특성으로 자동 개인 인증 시스템에 사용된다.[1, 2]

* 강릉영동대학 디지털영상광고과

• 제1저자(First Author) : 차승윤, 교신저자(Corresponding Author) : 차승윤
• 접수일자 : 2010년 4월 7일, 2010년 5월 24일 심사완료

지문은 인간의 신체 부분 중 가장 오래 전부터 이용되어온 특성의 하나로 현재 범죄자 색출은 물론 각종 보안 장치에 이용하고 있다. 특히 지문은 어느 사람도 같은 지문을 갖지 않는 유일성과 그 특징이 변하지 않는 불변성의 특성을 지녀 효율적인 개인 인증의 수단으로 각광 받고 있다.

최근 개인 인증 방법으로 인간의 생체계측학적 특성을 사용하고자 하는 많은 연구가 행해져 왔다.

이러한 생체계측학적 특징 요소로는 지문, 음성, 얼굴, 망막, 손 모양 등이 있다. 특히 지문은 개인마다 유일할 뿐만 아니라 일생 변하지 않는 이유로 가장 일반화되고 신뢰할 수 있는 특징으로 많이 사용되고 있다. 지문에서

선 모양으로 나타나는 것으로 산맥과 같이 솟아 오른 부분을 융선(Ridge)이라 하고 반대로 융선과 융선 사이에 계곡과 같이 파인 부분을 골(Valley)이라 한다.[3]

본 논문은 국소 영역에 대한 지역적 이진화 방법을 통하여 이진화 영상을 만든 후 세션화 알고리즘인 Hildith알고리즘을 적용해 세션화 영상을 만들고 이 세션화된 영상에서 지문의 특징점을 추출한다. 특징점에는 분기점, 단점, 고립점, 브리지, 중심점, 삼각주 등 여러 가지가 있지만, 본 논문에서는 특히 특징점 중 지문의 유일성에 가장 큰 영향을 끼치는 분기점(Bifurcation point)과 단점(Ending point)의 개수를 구하였다.

이진화 기법에는 여러 가지가 있으나 크게 전역적 방법과 지역적 방법으로 나눌 수 있다.

II. 전처리

이진화 기법에는 여러 가지가 있으나 크게 전역적 방법과 지역적 방법으로 나눌 수 있다.

1. 전역적 방법

전역적 방법은 그레이 레벨(gray level)의 명도

값을 가지고 있는 영상에서 임계값을 기준으로 흑색과 백색으로 나누는 기법이다.

일반적으로 전역적 임계치에 의한 이진화 기법은 전체 영상의 그레이 레벨의 명도값의 평균값을 구하여 그 값을 임계치로 설정하여 작으면 흑색 그리고 임계치 보다 크면 백색으로 설정하는 것이다.

명암 영상을 입력으로 $g(x, y)$ 를 화소(x, y)의 밝기, $b(x, y)$ 를 이진화된 값이라 하면, 전역적 이진화 방법은 다음과 같은 간단한 알고리즘을 이용한다.[9]

$$b(x, y) = \text{black if } g(x, y) < T$$

$$b(x, y) = \text{white if } g(x, y) > T$$

T 는 영상 전체에 대하여 확일적으로 적용되는 전역적 임계값(Global threshold)이다.

따라서 전역적 이진화 기법의 결과는 T 를 어떻게 결정하는가에 따라 좌우된다. 현재까지 사용되어진 방법으로는 히스토그램(Histogram) 분석, 영상의 복잡도, 에지 정보등을 이용하는 방법이 있고 극단적인 경우에는 사용자가 미리 정하여 고정된 임계값을 사용하는 방법도 있다.

이중 가장 대표적인 방법은 그레이 레벨의 영상을 명암의 히스토그램을 분석하여 가장 많이 분포하는 두 개의 명암값(피크, Peak) 사이의 중간값(밸리, Valley)를 임계치로 설정하는 방법이다.

이 방법은 두 개의 피크가 하나는 배경(White), 다른 하나는 물체(Object)에 해당한다는 가정을 이용한 것이다. 그러나 히스토그램에 여러 개의 피크가 있을 경우에는 어느 피크와 어느 피크사이의 밸리를 취할 것인지 결정하기 어렵다.

또한 어떠한 방법으로 T 를 결정하느냐에 상관없이 일반적으로 256개(한 화소를 8bit로 나타낸다고 가정할 때)의 가능한 값을 갖는 오직 한 개의 파라미터만을 이용하기 때문에 성능을 개선할

수 있는 여지가 적다. 이때 일반적으로 명암값이 고르게 분포되어 있고 화질이 좋은 영상은 문제없지만, 영상 자체에 손상이 많고 명암값의 분포가 불규칙하면 하나의 임계값으로는 최적의 이진화를 얻을 수 없고, 또한 원 영상에 대한 왜곡이 있을 수 있게 된다.

전역적 이진화 방법은 알고리즘 자체가 간단하며, 단순한 영상에서는 효율적으로 사용 될 수 있으나 이 방법을 이용할 때, 영상에서 물체와 배경 간의 명암 변화가 점진적이거나 불규칙하면 좋지 않은 결과를 얻게 된다.[6, 7]

2. 지역적 방법

지역적 이진화 방법은 한 화소의 명암값을 기준으로 한다. 반면에 지역적 이진화 방법은 이진화하고자 하는 화소의 주변 화소값까지 함께 고려하여 결정을 내린다. 즉, 기본적인 원리는 중심 화소가 주변 화소보다 어두우면 흑 화소로 바꾸고, 주변보다 밝으면 백 화소로 변환시키는 것이다.

지역적 방법은 영상 전체의 밝기에 대한 적응성을 가진다. 지역적 이진화 방법에는 여러 가지 알고리즘들이 연구되어져 왔는데 그 예로 가중치 탐색 평균법(Weighted running average), 명암차 측정방법(Contrast measure), 경계에 근거한 방법(Edge base)등을 들 수 있다.

(1) 명암차 측정

명암차 측정 방법은 문자 인식 등을 위하여 Giuliano, Paitra와 Stringa에 의해 개발되었다.

이 알고리즘은 흰 화소의 명암값을 이 화소를 중심으로 한 9*9 주위 화소들과 비교하여 중심화소의 이진값을 결정한다. 주위 화소들의 설정은 그림 1과 같다.

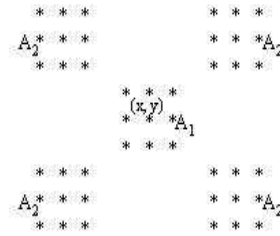


그림 1. 주위 화소들의 설정

Fig. 1. Setting of round pixels

이진화 알고리즘은 우선 중심화소가 T1보다 명암 값이 작으면 흑화소로 만들고, 그렇지 않으면 A2중에서 T2보다 값이 큰 화소들의 집합인 A2를 설정한다.

A2의 평균밝기가 A1의 평균 밝기보다 밝으면 (T3, T4, T5에 의해 가중된 후에) 중심 화소는 흑화소가 되고 아니면 백 화소가 된다. 이 알고리즘을 의사코드(Pseudo-code)로 나타내면 그림2와 같다.

```

if ( f(x, y) < T1) then b(x, y) = 1;
else begin
    a1 = average of 9 pixels in area A1;
    A2 = {(x, y) | (x, y) in A2 and f(x, y) > T2};
    a2 = average of pixels in area A2;
    if (T3 * a2) + T5 > (T4 * a1) then b(x, y) = 1;
    else b(x, y) = 0;
end;
end

```

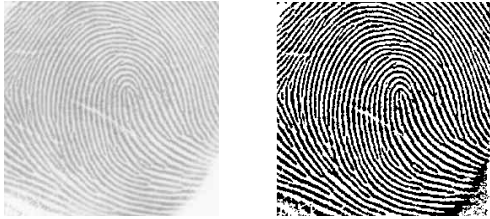
그림 2. 명암차 계산을 위한 이진화 방법

Fig. 2. Method of binarization for intensity difference calculation

이 방법은 전경 영역과 배경 영역을 뚜렷하게 분리하고 잡음에 강하나, 항상 주변 화소 값의 평균을 기준으로 하기 때문에 예지가 많이 있는 부분이 주변 화소에 포함되면 이진화 된 영상에서 번진 듯한 결과가 나타난다.[6, 7, 10]

이진화 방법들이 여러 가지가 있는데 그 중에서

본 논문에서는 8×8 블록으로 나누어서 각각 블록들에 대하여 이진화를 행하는 지역적 방법을 사용하였다.



[실험 영상]

[이진화 영상]

그림 3. 명암차 계산을 위한 이진화 마스크

Fig. 3. Mask of binarization for intensity difference calculation

3. 세선화

이진화 결과 영상세선화란 이치화 된 화상으로 부터 그 이치화상을 대표할 수 있는 선화상을 만들어 내는 것이다. 지문은 선화상에 의하여 표현되기 좋은 구조를 가지고 있다는 점과, 특히 특징점을 구하는데 선화상이 유리하다는 이유로 인하여 지금까지 개발된 지문 자동인식 알고리즘에는 세선화 처리를 포함하고 있는 경우가 대부분이었다.[4, 5]

그러나, 세선화는 막대한 정보량에 대한 단순 반복 작업이기 때문에 처리 시간의 단축을 위하여 전용 Processor나 병렬처리 등의 방법을 사용해야 하는 단점이 있다. 따라서 전용 Processor를 사용하지 않는 비교적 값싼 시스템을 목적으로 하는 경우는 세선화 처리를 생략하는 방식을 개발하지 않으면 안 된다. 세선화는 이치화상 처리에 가장 널리 쓰이고 있는 기법으로, 개발되어 있는 알고리즘도 매우 다양하다. 각각의 알고리즘은 시간적인 면이나, 정확성 등에서 각기 장단점을 가지고 있으나 본 논문은 그 대표적인 방식의 하나인 정4각형 Mask의 Hilditch 알고리즘을 이용하였다.[7, 8, 11, 12]

step 1) 이치화상 $B(i, j)$ 의 각 화소에 대하여 다음의 순서로 처리를 수행한다. 화소 (i, j) 를 X_0 라하고 X_0 을 중심으로 한 주위의 화소를 [그림 2-5]와 같이 정의한다. 이 때, 다음의 6가지 조건이 모두 만족되면, $B(i, j) = -1$ 로 한다. 그 이외의 경우는 $B(i, j)$ 의 값은 변하지 않는다.

조건 1) X_0 이 용선 영역의 화소이다.

조건 2) X_0 이 경계화소이다. (즉, 다음 식을 만족한다.)

$$\sum_{k \in N_4} \overline{B}(x_{2k-1}) \geq 1, \quad N_4 = \{1, 2, 3, 4\}$$

(여기서 $\overline{B}(x) = 1 - |B(x)|$ 이다.)

조건 3) 단점을 삭제하지 않는 조건

$$\sum_{k \in N_8} |B(x_k)| \geq 2, \quad N_8 = \{1, 2, \dots, 8\}$$

조건 4) 고립점을 보존하는 조건

$$\sum_{k \in N_4} \overline{B}(x_{2k-1}) \geq 1$$

(여기서, $C_k = \begin{cases} \square: B(x) = 1 \text{ 일 때} \\ \square: \text{그 이외의 경우} \end{cases}$)

조건 5) 연결성을 보존하는 조건(8-연결성)

$$N_c^8(X_0) = 1$$

단

$$N_c^8(X_0) = \sum_{k \in K} \{ \overline{C}(X_k) - \overline{C}(X_k) \overline{C}(X_{k+1}) \overline{C}(X_{2+k}) \}$$

$$K = \{1, 3, 5, 7\}$$

$$C(X_{k+1}) = \begin{cases} \square: |B(X_{k+1})|=1 \text{ 일 때} \\ \blacksquare: \text{그 이외의 경우} \end{cases}$$

조건 6) 선의 폭이 2인 선분에 대하여 그 한쪽 방향만을 삭제하는 조건

$$B(X_i) \neq -1 \text{ 또는 } X_i(x_0)=1, \\ i \in N_8 = \{1, 2, \dots, 8\}$$

Step 2) $B(i, j)=-1$ 이 되는 모든 화소 (i, j) 에 대하여 $B(i, j)=0$ 으로 한다. 이때, $B(i, j)=-1$ 이 되는 화소가 없는 경우에는 세선화 처리를 종료한다. 그 외의 경우에는 다시 Step 1)부터 처리를 반복한다.

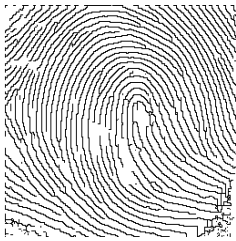


그림 4. 세선화 결과 영상

Fig. 4. Result image for thinning

III. 지문 특징추출

지문의 세선화 상에서 특히 [그림 3-1]의 3×3 마스크에서 주목되는 점인 M은 8근방 측면에서 보면, [그림 3-2]와 같은 고립점(Isolated point), 단점(Ridge end), 분기점(Bifurcation)으로 구분된다.

1	2	3
8	M	4
7	6	5

그림 5. 3×3 마스크

Fig. 5. 3×3 mask

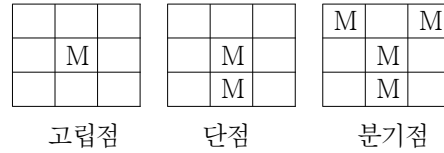


그림 6. 지문영상의 특징점에 대한 분류

Fig. 6. Classification of feature points for fingerprint image

특징점 각각은 식 1의 CN(Crossing count number)에 의해서 구한다.[6, 7]

$$CN = \sum_{i=1}^8 |M(i) - M(i+1)| \quad (1)$$

단, (i) 는 [그림 3-1]의 순서로 하며, $M(9)=M(1)$

선을 이루는 화소의 값을 '1'로 배경화소의 값을 '0'으로 하고 화소의 값이 '1'인 주목되는 점(M)을 기준으로 해서 마스크를 할 경우 고립점, 단점, 분기점은 각각 '0', '2', '6'의 CN 값을 갖는다.

그러면 N값이 '6'인 것을 모두 분기점으로 해서 처리하는 경우 잡음이나 세선화 과정에서 잘못 생성되는 브리지 패턴에 대해서도 분기점으로 처리된다.

8근방 측면에서 볼 때 식 1에서 CN의 값을 구하면 브리지의 경우 분기점과 같이 '6'이 나오기 때문이다.

지문의 특성상 이와 같은 브리지 패턴은 원래의 영상에는 잘 존재하지 않으며 잡음이나, 입력 시 혹은 세선화 과정에서 발생하게 된다.

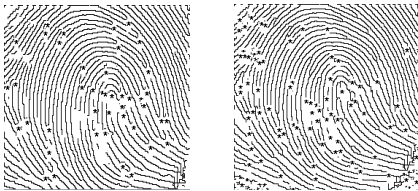
잡음에 의해서 생성되는 브리지 패턴은 다음과 같은 두 가지 특성을 지닌다. 첫째는 분기점간의 직선거리가 일정거리 이내로 짧다는 것이다. 둘째는 분기점을 이루는 세 구조선 중 브리지와 수직

관계에 있거나 브리지를 제외한 두 선은 수평 관계에 있다는 것이다.

본 논문은 브리지를 하나하나 찾아서 제거하지 않고 브리지를 분기점과 구분하기 위해서 식 2에 의해서 VHN(Vertical & Horizontal number)값을 구한다.[7]

$$VHN = \sum_{i=1}^4 |M(0) - M(i \times 2)| \quad (2)$$

분기점의 경우에는 VHN 값이 '3'이 되지만 브리지의 경우에는 '1'이 되어 구분이 가능하게 된다.



(a) 분기점 (b) 단점

그림 7. 지문 영상의 특징점들

Fig. 7. Feature points of fingerprint image

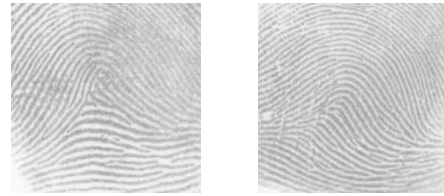
IV. 실험 및 결과

본 실험에서는 궁상문, 와상문, 제상문을 각각 종류별로 4개씩 받아서 실험하였다. 이들의 대표 영상은 그림 9와 같다.

국소 영역에 대한 지역적 이진화 방법을 이용하여 이진화를 한 후 전처리를 통하여 특징점을 추출하였다.



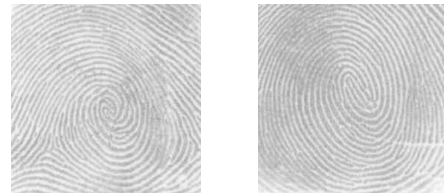
[궁상문 1] [궁상문 2]



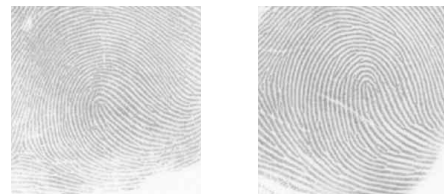
[궁상문 3] [궁상문 4]



[와상문 1] [와상문 2]



[와상문 3] [와상문 4]



[제상문 1] [제상문 2]



[제상문 3] [제상문 4]

그림 8. 실험 영상들

Fig. 8. Images for experiment

추출된 특징점들은 표 1과 같다.

표 1. 추출된 특징점들

Table. 1. Features of extracted feature points

특징점 지 문	단 점	분 기 점
와상문1	377	390
와상문2	502	288
와상문3	175	183
와상문4	244	284
궁상문1	592	344
궁상문2	800	373
궁상문3	242	229
궁상문4	260	125
제상문1	491	233
제상문2	165	87
제상문3	244	89
제상문4	149	68

교차수를 이용하여 특징점을 추출하는데 잡음이나 세선화 과정에서 잘못 생성되는 브리지 패턴에 대해서도 분기점으로 처리된다. 따라서 VHN값을 이용하여 분기점과 잡음을 구별하기 위하여 브리지 패턴을 추출하였다. 위 특징점 수에서 브리지의 수로부터 많은 잡음이 나타남을 알 수 있으며 VHN값을 이용해 분기점을 구함으로써 오류 특징점 수를 줄일 수 있었다.

V. 결론

본 논문은 입력 장치를 통하여 획득된 지문 영상을 보다 정밀하게 구성하고 지문인식의 인식률을 높이고 범용화 된 지문 인식 시스템을 구성하기 위한 준비 단계인 특징추출에 대하여 제안하고자 한다.

지문 영상의 2진화 과정은 국부적으로 농담값 분포가 일정하지 않으므로 영상처리에서와 같은 단일 문턱치를 이용하는 방법은 많은 논문에서 적

합하지 않음을 알 수 있었다.

그러므로 지문 영상에 대한 처리에 있어서는 입력된 지문 영상을 일정 크기의 부영역으로 분할한 후 각각의 부영역을 2진화함으로써 개선된 결과를 얻을 수 있었다.

2진화된 영상을 Hildith 세선화 알고리즘을 이용하여 세선화 영상을 만든 후 교차수를 이용하여 특징점을 추출하였다.

특징점 중 분기점은 교차수를 이용하여 구할 때 잡음이나 입력시 또는 세선화 과정에서 발생하는 브리지도 분기점으로 인식할 오류가 있기 때문에 본 논문에서는 VHN값을 구하여 분기점과 브리지를 구별하였다. 추출되어진 특징점의 분포 중에서 브리지의 수로부터 오류 특징점이 많이 발생한 것을 알 수 가 있다.

입력 시 또는 세선화 과정에서 발생하는 잡음을 VHN값을 이용하여 제거함으로써 오류 특징점수를 줄일 수 있었다.

본 논문은 손상된 지문에 대하여 복원 처리를 하지 않았으나 손상된 지문에 대하여 세선화 후 복원 처리를 하면 더 정확한 특징점을 추출할 수 있을 것으로 기대되며, 추출된 특징점을 이용한 지문의 분류 및 검증에 적용할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 한백용, "지문 인식을 위한 지문 정합에 관한 연구", 경희대학교 대학원 석사학위 논문, 1987.
- [2] 정양권, 최재호, "의사 특징점 제거 알고리즘에 관한 연구", 한국정보처리학회, Vol. 3, No. 4, 1996
- [3] Yutaka MATSUURA, Taiho KANAOKA, " A method for fingerprint image enhancement using the ridge direction", 일본 전자정보통신 학회지, Vol. J72 - D - II, No. 2, pp.302 - 306, 1989.
- [4] RANDY CRANE, '영상처리 이론과 실제', 홍릉 과학출판사, 1997
- [5] 김현, "자동 지문인식 시스템 개발 및 응용 연

- 구”, 인하대학교 대학원 석사학위논문, 1997
- [6] 이남일, 우용태, 이정환, “회전과 크기변화에 무관한 지문 인식”, 한국정보과학회지, Vol. 1, No. 2, 1994
- [7] 김봉길, 이상선, 김정규, “세션화된 지문 화상의 단계적인 복원처리”, 한국정보과학회지, Vol. 4, No. 1, 1987
- [8] Anil K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", PTR Prentice-Hall (1993)
- [9] 김희승, ‘영상인식’, 생능 출판사, 1994
- [10] Nalini K. Ratha, Shaoyun Chen and Anil K. Jain, "Adaptive flow orientation based feature extraction in fingerprint images", Pattern Recognition, Vol. 28, No. 11, 1657-1672, 1995.
- [11] 홍사웅, “경계 추출 알고리즘을 이용한 지문 영상의 복원”, 관동대학교 대학원 석사학위논문, 1999
- [12] 김봉일, 김정규, 이상선, “지문 자동 인식 시스템 구현을 위한 전처리 알고리즘”, 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집, Vol. 14, No. 1, 1987

차 승 윤



- 1990. 2. 성균관대학교대학교 경영학석사
- 2002. 2. 관동대학교 공학박사
- 1992~현재 강릉영동대학 교수

관심분야 : 지문인식, 얼굴인식, 영상처리

한국모바일학회 논문지 투고 규정

제 1 조(투고논문의 내용)

투고 논문은 모바일 관련 정보처리 및 그 응용 분야에 관련되는 것으로서 학술 및 산업발전에 기여하는 내용이거나 독창성이 인정되는 것이어야 한다.

제 2 조(투고 자격)

논문 투고자 및 공동 저자는 반드시 본회 회원이어야 한다.

제 3 조(투고 논문의 책임)

국내외 타 논문지에 게재되었던 원고는 투고할 수 없으며, 게재 논문의 내용에 대한최종 책임은 저자가 진다.

제 4 조(투고 논문의 심사)

투고된 논문은 소정의 심사과정을 거쳐 논문지 편집위원회에서 게재 여부를 결정하며, 필요하면 투고된 논문의 부분적 수정 및 보완을 요구할 수 있다.

제 5 조(논문접수 시기)

논문접수는 수시로 하며 접수일은 논문 파일을 본회 사무국에 온라인으로 투고한 날로 한다.

제 6 조 (투고 논문의 저자)

논문 투고 시에 저자가 2인 이상인 경우에는 첫 번째 저자를 제 1 저자로 간주하며, 타 공동저자를 대표하여 제출 논문에 대한 책임과 권리를 갖는다. 공동 저자들의 합의에 따라서 교신(책임)저자를 지정(명기)할 수 있다.

제 7 조(투고 논문의 형식)

논문 투고자는 다음과 같은 양식으로 심사용 논문을 작성한다.

가.논문 표지에는 논문제목(영문포함), 저자명(영문 포함), 소속기관, 연구세부분야, 영문 키워드(필요 시 한글 키워드 부기), 회신 받을 저자의 우편번호, 주소, 전화번호, 휴대폰 번호, FAX 번호,E-mail 주소만을 기입한다.

나.논문 2쪽에는 성명, 소속기관을 기입하지 않고 한글 및 영문 제목, 국문요약, 영문요약, 영문 키워드, 본문, 참고문헌, 부록 순으로 작성한다. (단, 논문이 영문일 경우 국문요약, 한글 키워드를 작성한다).

제 8 조(투고 논문의 요약)

국문 요약은 500자 내외로 하며, 영문 요약은 400 단어 내외로 작성한다.

제 9 조(투고 논문의 작성 방법 및 표기형식)

투고용 논문은 원칙적으로 한글 워드프로세서 “한글” 혹은 “MS워드”를 사용하여A4 용지에 작성한다. 장이나 절은 아라비아 숫자로 1., 1.1, (1) 등으로 표기하고, 그림의 명칭은 하단 중앙에 [그림 1]의 표기를 하며, 표의 경우는 상단 중앙에 <표 1>의 표기를 한다.

제 10 조(참고 문헌 기술)

논문 내용에 직접 관련이 있는 문헌에 대해서는 이들 문헌에 관련이 있는 본문 중에 참고문헌 번호를 쓰고 그 문헌을 참고문헌 난에 반드시 기술한다. 참고문헌은 학술지의경우는 저자, 표제, 학술지명, 권, 호, 쪽수, 발행년도의 순서로, 단행본은 저자, 서명, 발행소, 발행년도의 순서로 기술한다.

(예) [1] 홍길동, “모바일 데이터베이스 설계”, 한국모바일학회논문지, 제1권 제1호, pp.10-15, 2004.

[2] M. K. Johnson and E.W. Troan “Linux Application Development(2nd Ed.)”, Addison Wesley, 2004.

[3] A. J. Thadhani, “Factors Affecting Programmer Productivity during Application Development,” IBM System Journal, Vol.23, No.1, pp.19-35, 1984.

[4] W. C. Yen and D. W. Lean, “Data Cherenche Problem in a Multicache System,” IEEE Trans. on Soft. Eng. Vol. SE-34, No.1, pp.56-65, Jan. 1985.

제 11 조(투고자의 약력)

채택된 논문의 투고자는 투고자의 약력을 서술식으로 200자 이내로 작성하여 반명함판 사진 1매(사진 파일)와 지적 소유권 위임서를 제출한다.

제 12 조(투고 논문의 재심 기간)

재심이 요구되는 논문의 경우 재심 판정을 전달받은 후 일반 논문의 경우 1개월 이내, 긴급논문의 경우 2주 이내 수정본을 제출해야 하며, 특별한 연락 없이 해당 기간이 지나면 포기하는 것으로 간주한다.

제 13 조(논문 게재료)

논문 투고시 투고료는 없지만 채택된 논문은 다음과 같은 기준에 의거 투고자는 인쇄 쪽수에 따라 소정의 게재료를 논문이 발간되기 전에 학회사무국에 납부해야 한다.

구분	6쪽 이하	7쪽 이상
일반 논문	100,000원	쪽당 30,000원 추가
긴급 논문	200,000원	쪽당 50,000원 추가

제 14 조(별쇄본)

논문지에 게재된 논문은 별쇄 20부를 투고자에게 증정한다. 20부 이상의 별쇄를 원하는 경우

에는 게재 통보 시 필요 부수를 신청하고 초교 완료 시까지 실비를 납입하여야 한다.

제 15 조(논문의 저작권)

가. 논문지에 게재된 논문은 본 학회의 승인 없이 무단 복제할 수 없다.

나. 게재된 논문의 저작권은 게재가 승인된 날짜로부터 한국 모바일학회의 소유로 하며, 컴퓨터상에서 데이터베이스화하여 이를 불특정 다수에게 공개함에 동의하는 것으로 간주한다.

제 16 조 본 규정은 2007년 4월 1일부터 효력을 발생한다.

한국모바일학회 논문지 발행 규정

제 1 조(논문지 발간 회수)

논문지 발간 회수는 1년에 2회 발행을 원칙으로 하며, 발행일은 6, 12월의 말일(6. 30. 12.31)로 한다. 경우에 따라 “증보판”을 발행할 수 있다.

제 2 조(논문지 발행인 및 편집인)

논문지 발행인은 학회장으로 하며, 편집인은 편집위원장으로 한다.

제 3 조(저작권)

본 논문지에 투고된 논문에 대한 저작권은 자동적으로 학회에 귀속되며, 타 인쇄물에 사용될 경우 학회에 보고해야 한다. 단 투고자 본인이 사용할 경우에는 예외로 한다.

제 4 조(논문지의 체제)

- 가. 논문지 앞면 표지에 한글로 논문지명, 발행호수, 학회명, 발행년월, ISSN, 수록 논문명, 필자 등을 명기한다.
- 나. 논문지 뒷면 표지에 영문으로 논문지명, 발행호수, 학회명, 발행년월, ISSN, 수록 논문명, 필자 등을 명기한다.
- 다. 논문지에는 논문, 학회 규정(편집위원회 규정, 심사 규정, 투고 규정, 발행 규정)과 임원 명단, 편집위원 명단, 판권지 등을 수록한다.
- 라. 각 수록 논문의 체제는 논문 투고 규정의 체제를 따르되 다음의 사항을 추가한다.
 - ① 수록 논문 홀수 쪽의 오른쪽 상단에 논문 제목과 해당 쪽수를 밝힌다.
 - ② 수록 논문 짝수 쪽의 왼쪽 상단에 해당 쪽수, 학술지명, 발행권호수, 발행연도를 밝힌다.
 - ③ 수록 논문 1 쪽 하단에 교신저자, 논문접수일과 심사완료일 등을 밝힌다.

제 5 조(게재 비용)

논문지 발행 시 제작 면수에 따라 투고자가 소정의 비용을 부담한다.

제 6 조 (게재 결정 및 게재순서)

제출된 원고는 심사 후 게재 여부를 결정하고, 게재 순서는 접수 순서를 기준으로 하되 심사 진행 상황에 따라 편집위원회에서 그 순서를 조정할 수 있다.

제 7 조(투고규정의 준수)

심사가 완료된 경우라도 본 학회 논문 투고규정을 준수하지 않는 원고는 반려한다.

제 8 조(교정 책임)

심사가 완료되어 편집위원회의 결정에 따라 게재가 확정된 원고의 경우 논문지로 출판 시 인쇄본의 교정은 투고자가 직접 한다.

제 9 조 (별쇄본)

별쇄본은 20부씩 교신저자에게 제공한다.

한국모바일학회 논문지 심사규정

2007년 4월 1일 제정

이 규정은 한국모바일학회 논문지에 게재하고자 투고한 연구논문에 대하여 적용한다.

제 1조(목적)

이 규정은 한국모바일학회에서 발행하는 한국모바일학회 논문지에 게재하고자 투고된 논문의 심사절차를 규정하는 것을 목적으로 한다.

제 2조(절차)

편집 위원장은 본 학회 논문지 투고규정에 따라 투고된 논문을 검토한 후 심사회부 여부를 결정하며, 투고 규정에 적합하지 않은 논문은 그 사유를 명기하여 편집위원장 명의로 반려한다.

제 3조(편집위원 역할)

가. 편집 위원장 및 부편집 위원장은 접수된 논문의 내용을 검토하여 관련전문분야 를 구분한 후 편집위원에게 후속 심사과정을 의뢰한다.

나. 편집위원은 투고된 논문에 대하여 해당 전문분야의 대학 전임교원 또는 박사 학위 혹은 이와 동등한 자격을 소지한 자 중에서 1편당 3인의 심사위원을 선정하여 논문 심사를 의뢰하여 심사의 공정성과 객관성이 최대한 보장될 수 있도록 한다.

제 4조(심사판정)

심사위원은 심사를 의뢰 받은 논문에 대하여 30일 이내에 투고논문심사평가서를 작성하며, 투고된 논문에 대한 심사는 게재가능, 수정게재, 수정재심, 게재불가로 구분·판정하며, 게재순서 등 편집에 관한 사항은 편집위원회의 결정에 따른다.

가. 게재가능 : 투고된 논문의 수정 없이 게재가 가능한 논문으로 심사결과의 판정을 심사위원 3인 중 다수가 판정한 결과를 따른다. 단, 심사위원 1인이 게재불가로 판정한 경우 편집위원회는 다른 심사위원에게 재심사를 의뢰하여 게재여부를 판정받는다.

나. 수정게재 : 투고된 논문에 대하여 내용과 체제의 수정이 요구되는 논문으로 심사위원의 수정 요구에 따라 투고자는 수정을 하여야 하며, 편집위원회가 투고자의 수정여부를 확인하여 게재한다.

다. 수정재심 : 투고된 논문의 내용이 모호하거나 미흡하여 수정이 요구되는 논문으로 투고자의 심사결과보완서와 함께 수정논문을 받아 해당 심사위원에게 재심사를 의뢰하여 게재가능 또는 게재불가로 판정될 때까지 심사한다.

라. 게재불가 : 투고된 논문을 심사한 심사위원은 합당한 이유서를 편집위원회에 제출하여야 하며, 게재불가로 최종 판정될 경우 편집위원회는 이를 투고자에게 즉시 통보하여야 한다.

제 5조(심사결과)

심사위원과 투고자는 편집위원회를 통해 원고내용 및 심사에 관한 의견을 교환할 수 있으며, 최종 판정은 편집위원회의 결정에 따르고 투고자 및 심사위원은 판정 결과에 대해 이의를 제기할 수 없다.

제 6조(심사판정)

편집위원장은 게재가능 이나 수정게재 판정을 받은 논문에 대하여 심사위원 3인의 의견을 참조하여 논문 심사 결과에 대한 최종 판정을 내린다.

제 7조(심사의 비공개)

심사위원 및 심사 진행에 관한 정보는 외부에 공개하지 않는다.

한국모바일학회

회장	장덕성(동원대)
명예회장	이창훈(건국대), 송관호(숭실대)
고문	백석기(한국디지털컨버전스협회)
감사	김강(강원관광대)
수석부회장	정연만(강릉원주대)
부회장 정제홍(건양대)	부회장 고응남(백석대)
부회장 김순곤(중부대)	부회장 유병배(광운대)
부회장 김대호(목원대)	부회장 권창희(한세대)
부회장 배상현(조선대)	부회장 강희조(목원대)
부회장 이태경((주)커널링크)	부회장 홍성훈((주)경은)
편집위원장	이동명(동명대)
학술위원장	김윤희(목원대)
총무간사	양동일(강원대)
강원지부장 임황빈(강원도립대)	충청지부장 최연이(신성대)
경남지부장 추영규(진주산업대)	경북지부장 부기동(경일대)
제주지부장 김도현(제주대)	

이사 유병배(광운대)	이사 김대호(목원대)	이사 정연만(강릉원주대)
이사 김신타(대림대)	이사 배상현(조선대)	이사 이동명(동명대)
이사 강희조(목원대)	이사 고응남(백석대)	이사 김윤희(목원대)
이사 오창현(한기대)	이사 최용석(ETRI)	이사 최인수(동원대)
이사 김태훈(한남대)	이사 심갑식(진주산업대)	이사 성정숙(백석문화대)
이사 정문재(광주대)	이사 남석우(혜천대)	이사 권창희(한세대)
이사 정제홍(건양대)	이사 김운용(강원도립대)	이사 김순곤(중부대)
이사 이강현(조선대)	이사 최연이(신성대)	이사 박재홍(춘해보건대)
이사 오주영(경인여대)	이사 김봉기(진주산업대)	이사 최선환(안양대)
이사 신현덕(안산1대)	이사 이상범(단국대)	이사 주경수(순천향대)
이사 송두현(용인송담대)	이사 유현배(나사렛대)	이사 김강(강원관광대)
이사 장경성(초당대)	이사 부기동(경일대)	이사 김태영(계원조형예술대)
이사 차병례(목포대)	이사 추영규(진주산업대)	이사 이상정(순천향대)
이사 박정현(ETRI)	이사 김산(호서대)	이사 김미지(신성환경연구원)
이사 임황빈(강원도립대)	이사 양동일(강원대)	이사 이부형(공주대)
이사 김도현(제주대)	이사 신창돈(한림성심대)	이사 이건의(강원대)
이사 구기준(한림성심대)	이사 유제욱(한빛미디어)	이사 국윤규(한국과학기술정보연구원)
이사 이태경((주)커널링크)	이사 홍성훈((주)경은)	이사 김희도(강원영동대)

한국모바일학회 논문지 편집위원

위원장 이동명(동명대)

부위원장 이창범(영산대)

위원 고응남(백석대)

위원 배상현(조선대)

위원 부기동(경일대)

위원 김순곤(중부대)

위원 조남형(주성대)

위원 김도현(제주대)

위원 오주영(경인여대)

위원 문필주(평택대)

위원 정성훈(한국해양대)

부위원장 남석우(혜천대)

위원 김봉기(진주산업대)

위원 성정숙(백석문화대)

위원 이상범(단국대)

위원 신현덕(안산1대)

위원 박정현(ETRI)

위원 이부형(공주대)

위원 전영철(관동대)

위원 권순량(동명대)

위원 조정호(호남대)

위원 김윤호(목원대)

위원 정연만(강릉원주대)

위원 권창희(한세대)

위원 정제홍(건양대)

위원 양동일(강원대)

위원 박재홍(춘해보건대)

위원 김강(강원관광대)

위원 최종명(목포대)

위원 조무호(경주대)

한국모바일학회 논문지

제 7권 제 1 호

서기 2010년 6월 21일 인쇄

서기 2010년 6월 30일 발행

발행인 : 장 덕 성

편집인 : 이 동 명

발행처 : 사단법인 한국모바일학회

우) 139-846 서울 노원구 월계동469-35 진영빌딩 3층

전화 : (02)927-9153

팩스 : (02)462-9428

홈페이지 : <http://www.smt.or.kr>

인쇄처 : 동명기획 (051)627-1210

주소 : 부산광역시 남구 용당동 535번지

전화 : (051)627-1210

팩스 : (051)627-1210

E-mail : tucopy@daum.net

(非賣品)