

의약품 창고관리를 위한 RFID 시스템의 인식률에 관한 연구

최경아*, 정인성**, 유현선*, 윤은실*, 이영호*, 강운구*

*가천의과학대학교 의료공학부 IT학과

**아주대학교 산업공학과

e-mail: princess_cka@hanmail.net, ugkang@gachon.ac.kr

A Study on RFID Recognition Rate for Pharmaceutical Storage Management

Kyong-Ah Choi*, In-Sung Jung**, Hyun-Sun Yu*, Eun-Sil Yoon*, Yong-Ho Lee*, Un-Gu Kang*

*School of Biomedical Engrg., Dept. of Information Technology,

Gachon University of Medical and Science

**Div. of Industrial and Infomation System Engineering, Ajou University

요 약

유비쿼터스 핵심 기술 중 하나인 RFID 기술은 의료산업분야 전반에 걸쳐 활용이 증가하고 있으나, RFID 기술은 태그의 내용을 리더기를 통해 무선주파수로 식별하는 기술임으로 태그의 크기와 위치에 따라 태그의 인식률에 대한 차이가 크기 때문에 태그의 인식률의 성능이 입증되지 않아 도입의 큰 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 사물의 다중인식이 가능한 RFID 시스템을 의약품 창고 관리에 적용하기 위하여 병원 내에서 사용하는 기밀용기에 대한 태그 부착위치와 크기에 대한 인식률 연구를 수행하였다. 실제 병원 약제실의 책장을 모델링하여 Test Bed로 구축하였으며, 구축된 Test-Bed를 통해 병원에서 사용하는 의료용 기밀용기에 태그를 부착하여 최적의 위치를 찾고, 리더기의 최적의 위치에 대한 연구를 수행하였으며, 인식률 향상을 위한 최적의 조건을 제공하고자 한다.

키워드 : RFID, TAG, Recognition, Pharmaceutical

I. 서론

오늘날 물류는 원재료부터 중간제품, 완제품 등을 공급자에게서 수요자에게 이동시키으로써 가치를 창조하는 생산 활동으로, 각종 산업뿐만 아니라 금융비용, 노동비용, 의료기술 서비스와 함께 병원의 경쟁력을 좌우하는 주요 요인으로 대두되고 있다[1][2].

현재 병원에서의 의약품의 물류 재고관리는 바코드 시스템을 통해 관리되어져 왔으나, 바코드의 시스템은 실재고와 정보 시스템간의 차이가 크고, 장시간의 재고 파악이 필요하다는 등의 한계를 가지고 있기 때문에 의약품을 관리하는데 문제점을 가져오고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 병원에서는 의약품의 창고관리 시스템에 RFID기술을 도입 하려는 움직임이 활발하다. RFID의 기술은 비접촉식으로 여러 개의 태그를 동

시에 인식할 수 있고, 인식시간이 짧고, 태그에 대용량의 데이터를 저장할 수 있으며, 반영구적인 사용이 가능한 장점이 있다[3]. 또한, RFID는 기존의 바코드나 자기 인식장치의 단점을 보완하고, 사용의 편리성을 향상시켜 줄 차세대 핵심기술로 의료분야에서 RFID를 사용하여 여러 가지 효율을 증가시키도록 한 시스템이 많이 도입되고 있으나, 인식률 문제 때문에 현재 의약분야에 적용되는 RFID의 태그에 대한 성능이 입증되지 않은 상황이며, 의약품 관리를 위한 적절한 기능의 태그를 선택하더라도 환경요인으로 기능에 제한을 받을 수 있다. 그러므로 실제 부착하려는 물체의 재질과 인식률이 높은 태그의 위치를 실험하여 조사하는 것이 불가피하며, RFID 태그와 리더기 위치에 따른 인식률의 차이가 생기기 때문에 최적의 인식률 위치 조사가 필요하다[4][5][6][7][8].

따라서 본 연구에서는 병원의 약제부의 의약품보관소를 Test Bed로 모델링하여 RFID 리더기와 태그의 위치에 따른 인식률 차이를 연구한다. 2장에서는 관련 연구로서 RFID

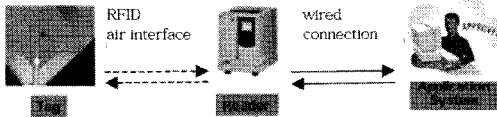
시스템과 병원내의 의약품 관리 현황을 살펴보고, 제 3장에서는 RFID 기반 의약품 창고관리 시스템을 설계, 구축 실험에 대해 기술하였으며, 제 4장에서는 실험결과를 분석하고 실험 시 문제점 및 제약조건을 알아본다. 제 5장은 결론으로 연구 결과를 종합적으로 요약한다.

II. 관련연구

1. RFID 기술

RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선 주파수를 이용하여 대상을 인식하는 기술로, 안테나와 칩으로 구성된 RF 태그(Transponder)에 사용 목적에 따라 정보를 저장하여 대상물에 부착한 후 RFID 리더(Interrogator)를 통하여 정보를 인식/획득하는 시스템으로서, 국내에서는 135Khz, 13.56Mhz, 433Mhz, 860~960Mhz, 2.45Ghz 대역의 주파수를 사용한다. 기존 바코드 시스템에 비해 RFID 기술은 라디오 주파수의 특성으로 인해 인식 거리가 길고 동시에 다수의 태그 인식이 가능하다는 장점을 가지고 있으며, 태그가 점차 소형화, 저가격화 되면서 사물 인식 및 응용 환경에 대한 적용 가능성이 높아지고 있다(8)(10).

의료 분야에서 RFID 시스템을 처음 적용한 시기는 1987년으로, 병원에서 이동성이 가장 큰 휠체어, 수액걸이대, 초음파장비 등 병원 장비 및 비품에 태그를 부착하여 위치를 파악하는데 주로 사용하였다. 이후 신생아 관리, 수액관리, 수술실관리, 병원물류 뿐만 아니라 환자와 의료진의 위치 및 이상 유무 관리, 특수 의약품 관리, 응급환자 관리 등 다양한 분야에 이용되고 있다(7).



〈그림 1〉RFID 시스템 구성요소

2. 병원내의 의약품 관리 현황

병원 내에서는 일반물가 상승에 따른 의료원가 및 단가 상승으로 의료비용 상승과 의료기관들의 비효율적인 관리로 인해 어려움을 겪고 있다(2), (11). 한국 보건의료관리연구원 분석 자료에 의하면 병원 총 자산에서 물자 부문과 재료비의 비중이 병원 운영에 있어서 큰 비중을 차지하고 있다. 따라서 병원마다 효율적인 의약품 관리시스템을 운영하여 물류 관련 비용을 최소화 하려는 노력을 기울이고 있다(12).

그 중에서 의료분야에서의 RFID 기술 적용은 태그 가격의 잠재적인 가격 하락을 통해 빠르게 도입이 이루어 졌으며, 의약품은 고부가 가치로 인해 공급체인에서의 태그 부착하는데 가격 장벽이 비교적 적은 품목임으로 앞으로 지속적인 증가를 보일 것으로 예상하고 있다. 또한 의사의 처방 없이 자유롭게 구입할 수 있는 일반의약품(OTC: Over The Counter

drug)이 일반화되면서 모든 사람들이 쉽게 약품을 구입할 수 있게 되었기 때문에 의약품의 안전성을 제고하기 위해 RFID는 중요한 위치를 차지하게 되었다. 의약품 분야에 RFID 시스템이 적용되면 개별 의약품의 거래 흐름을 실시간으로 파악할 수 있기 때문에 거래 시장이 투명화 되고, 의약품의 도난방지, 이력관리, 위조약품의 유통방지 등에 효과적으로 적용되어 질 수 있다(13)(14).

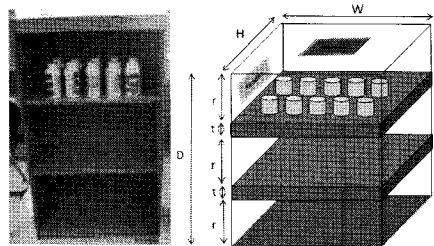
이러한 의약품 관리에 본격적으로 RFID 기술을 적용하기 위해서는 기술적으로 해결되어야 할 과제들이 많이 있다. 그 중 대표적인 것이 인식률의 관한 문제이다. 이는 이론적으로 태그의 인식률이 95%이상으로 인식률이 높게 평가되고 있지만, 현재까지의 연구에서도 정확한 실험 결과가 제시하지 않았으며, 특히 환경 요소에 민감한 의료 환경에서의 RFID 태그 인식률에 대한 다양한 연구와 실험이 부족한 실정이다.

III. RFID 기반의약품 창고관리 시스템

1. 창고관리시스템 Test Bed 구축

본 연구는 RFID 시스템을 의약품 창고 관리에 적용하기 위하여, 리더기의 설치 위치와 태그사양 및 위치에 따른 인식률 차이를 알아보고자 한다.

따라서 본 연구에서는 실제 병원 약제부내 약품보관소를 Test Bed로 모델링하여 구축하였다. Test-Bed는 아래 〈그림2〉와 같이 나무 재질로 된 3단 책장으로 구성되어 있으며 크기는 〈표 1〉과 같이 W=62.5cm, H=29cm, D=104.5cm, t=31.5cm, r=1.5cm이다. 또한 태그를 부착할 기밀용기는 일반적으로 병원에서 약품을 보관하기 위해 사용하는 플라스틱 재질의 용기를 사용하였다.




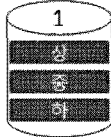
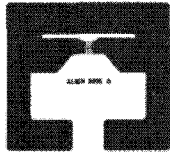
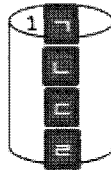
〈그림 2〉 Test Bed 구축

〈표 1〉 책장 속성

구분	3단 책장	
재질	나무	
사이즈	W	62.5cm
	H	29cm
	D	104.5cm
	t	31.5cm
	r	1.5cm

또한 리더기의 최적화된 위치를 찾기 위하여 <그림 2>와 같이 리더기를 책장에 거치하였고 <표 2>와 같은 두 개의 태그를 선정하여 부착하였다.

<표 2> 사용태그

태그사양	부착위치
 ALIEN GEN2 CASTLE TAG	
 ALN-9534	

리더기의 사양은 <표 3>과 같으며 태그의 사양은 <표 4>와 같다. 본 실험은 크게 2가지의 의미를 가지고 있다.

첫째, 3단 책장에 리더기를 상단과 좌측 측면에 장착하여 태그의 인식률을 확인하는 방법으로 리더기 최적 위치를 측정하도록 하였다. 둘째, 태그 사양(크기, 모양) 및 부착 위치에 따른 인식률을 측정하여 최적의 태그 위치를 확인하고자 하였다. 따라서 본 실험에서는 몇 가지 실험을 통하여 RFID 리더기의 위치를 선정하고 그 후 의료용 기밀용기에 태그를 부착하여 효율적인 태그 부착위치를 찾는 실험을 수행하였다.

<표 3> 리더기 사양

구분	HBE-RFID-Handheld
Frequency	908.5~914 MHz (Korea), 902~928 MHz(USA)
Transmission power	15~30dBm
Active Voltage	5V ± 10% Choice available
Consumption	1.5A(Peak) / 50mA (Standby) / 2mA(Sleep)
Protocol	ISO/IEC 18000-6B
Recognizable distance	1m
Tag recognizing speed	80 Tag/Sec
Interface	USB
Antenna	MMCX type / 50*50 Patch antenna
Regulatory	MIC Certification

<표 4> 태그 사양

구분		ALIEN GEN2 CASTLE TAG	ALIN-9534
Operating Frequency		860 - 960 MHz	
Memory	EPC size	96Bits	
	Access Code	32Bits	
	Kill Code	32Bits	
Minimum Programming Cycles		10,000 write/erase cycles	
Operational Temperature Range		-25℃ to +60℃	-25℃ to +50℃
Recommended Bending Radius		70+m	4000+/-400m m
Antenna Size		73mm*34mm	47mm*41mm

2. 참고관리 시스템 Test Bed 실험

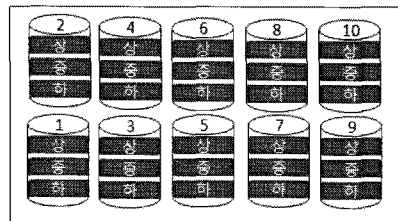
2.1. 리더기 설치 위치 선정 실험

실험 1은 <그림 2>와 같이 3단 책장의 W/2에 해당하는 위치에 리더기를 상단에 설치하였고, 4*2 태그를 부착한 기밀용기 10개와 2*2 태그를 부착한 기밀용기 10개를 세팅 후 태그 인식 개수를 측정하였다.

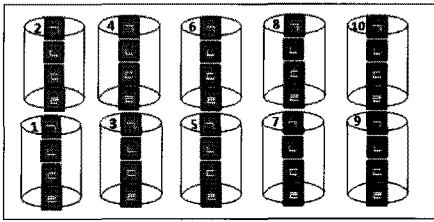
실험 2는 <그림 2>와 같이 책장 1단의 거리를 r로 폭을 H로 가정 했을 때, r/2과 H/2의 위치에 리더기를 설치한 후 전과 동일하게 측정하여 분석하였다. 10sec를 기준으로 20회를 반복하여 측정함으로써 리더기의 위치에 따른 인식률을 비교해 보았다.

2.2. 태그사양에 따른 부착 위치 조사 실험

리더기 설치 위치 선정 실험에서의 결과를 바탕으로 리더기를 장착한 후 10sec를 기준으로 각각 20회 반복하여 실험하였다. 4*2 태그를 <표 2>와 같이 의료용 기밀용기의 옆면을 상·중·하로 나누어 부착하여 실험하였으며, 2*2 태그 또한, <표 2>와 같이 4부분(ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ)으로 나누어서 태그를 부착하여 실험하였다.



<그림 3> 4*2 태그 부착 실험

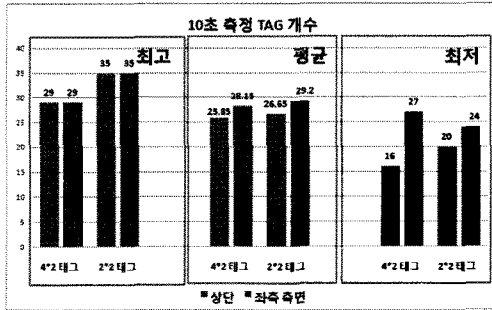


〈그림 4〉 2*2 태그부착 실험

IV. 실험결과 및 토의

1. 리더기 설치 위치 조사

4*2 태그를 기밀용기에 3부분으로 나누어 부착한 후, 리더기를 상단과 좌측 측면에 장착하여 10초 동안 태그의 개수를 측정하였다. 20번의 실험결과 리더기를 상단에 장착 시 평균인식률이 86.16%였으나, 좌측 측면에 장착 시 평균인식률은 93.83%였다.



〈그림 5〉 10초 측정 시 태그 개수

〈그림 5〉의 최고, 평균, 최저의 태그 인식 개수를 통해 상단에 장착했을 때 보다 좌측 측면에 장착 시 인식개수가 높으며, 인식률도 높음을 알 수 있다.

위와 동일한 조건으로 2*2태그를 기밀용기에 4부분으로

나누어 부착한 후, 리더기를 상단에 장착 시 평균인식률이 66.62%였으나, 좌측 측면에 장착 시 평균인식률은 73%였다. 앞의 4*2 태그를 부착 시와 마찬가지로 최고, 평균, 최저의 인식 개수를 통해 상단에 장착했을 때 보다 좌측 측면에 장착 시 태그의 인식 개수가 높고, 인식률도 높음을 알 수 있다.

2. 태그사양에 따른 부착 위치 조사

2.1. 4*2 태그의 부착 위치조사 실험결과

〈표 5〉 4*2 태그 인식률

인식 순위	태그위치(개수)	인식 회수	인식률(%)
1	4개를 제외한 모든 태그(26)	20	100
2	5-상, 8-상 (2)	19	95
3	9-상 (1)	4	20
4	9-하 (1)	1	5

리더기를 좌측 측면에 설치 한 후, 측정시간을 10sec로 기준하여 20회 반복하여 실험한 결과, 30개의 태그를 모두 인식한 경우는 없었으며 평균 인식태그 개수는 27.14개이다.

〈표 5〉와 같이 30개 태그 중의 26개의 태그는 10sec 이내에 20회 모두 인식되어 100%로의 인식률을 보였으며, 기밀용기5 와 기밀용기 8의 상단에 부착된 태그의 인식률은 95%로 근소한 차이를 보였다. 그러나 기밀용기 9의 상단, 하단에 부착된 태그의 인식률은 각각 20%, 5%로 인식률이 현저히 떨어짐을 알 수 있다.

2.2. 2*2 태그 부착위치조사 실험결과

리더기를 좌측 측면에 설치 한 후, 측정시간을 10sec로 기준하여 20회 반복하여 실험한 결과, 4*2 태그 실험과 마찬가지로 40개의 태그를 모두 인식한 경우는 없었으며 평균 인식태그 개수는 29.2개 이다.

〈표 6〉 2*2 태그 인식률

인식 순위	태그위치(개수)	인식 회수	인식률(%)
1	1-ㄷ, 2-ㄷ, 2-ㄹ, 4-ㄷ, 8-ㄹ (5)	20	100
2	1-ㄱ 1-ㄹ, 2-ㄷ, 3-ㄷ, 3-ㄹ, 4-ㄷ, 4-ㄹ, 5-ㄷ, 7-ㄷ, 9-ㄷ, 9-ㄷ (11)	19	95
3	1-ㄷ, 3-ㄷ, 4-ㄱ, 5-ㄱ, 5-ㄷ (5)	18	90
4	7-ㄷ (1)	17	85
5	2-ㄱ, 8-ㄷ, 10-ㄹ (3)	15	75

〈표 6〉을 참조하여 총 인식순위 15위 중 5위까지 인식률을 살펴보면 40개의 태그 중 4개의 태그가 20회 모두 인식되어 100%의 인식률을 보였다. 기밀용기1-[C], 기밀용기2-[C],[R], 기밀용기4-[C], 기밀용기 8-[C]부분이 최적의 위치임을 알 수 있었다. 7개의 기밀용기에 부착된 11개의 태그는 95%로의 인식률, 4개의 기밀용기에 부착된 5개의 태그는 90%로의 인식률로 근소한 차이를 보였다. 결과적으로 기밀용기의 [C],[R] 즉, 하단부분에 인식률이 높음을 알 수 있고 [C]부분에 해당하는 뚜껑부분에는 인식률이 낮음을 알 수 있다.

3. 실험 시 문제점 및 제약조건

리더기의 무선주파수가 환경에 영향을 받기 때문에 환경의 변화와 방해요소를 최소한으로 하여 최적의 조건을 갖추고 실험하였으나 이론적인 값과 실험 결과 값이 많이 달랐다. 항상 일정하게 태그를 인식하는 것이 아니라 상황에 따라 달라지는 RFID 특성상 인식의 차이가 많아 어려움이 있었다. 또한, 리더기를 새롭게 장착할 때마다 선반에 놓인 의료용 기밀용기의 위치와 태그의 안테나 방향이 항상 똑같을 수 없기 때문에 인식률의 미세한 차이가 나타났다. 이처럼 미세한 환경 변화는 주파수에 영향을 끼치므로 실험 시, 동일한 조건을 맞추고 변동이 크지 않게 리더기를 다뤘다.

태그의 개수가 적을 때는 인식이 잘되었으나, 태그의 수가 증가하면서 인식되는 태그의 개수가 일정하지 않고 인식 속도도 늦으며 인식률이 낮아졌다. 또한, 지속적인 실험으로 인해 리더기에 열이 발생하여 인식률이 떨어졌다.

V. 결론

본 연구는 실제 병원에서 사용하는 의료용 기밀용기에 태그부착 위치와 선반에서의 최적 위치를 찾기 위한 연구이다. RFID 특성을 고려하여 실험시간을 10sec로 측정하였으며, 환경변화에 민감하므로 최소한의 실험환경을 동일하게 조성하였다.

본 연구에서는 RFID 리더기의 위치를 선정하기 위한 실험에서 상단에 장착하였을 경우 인식률이 높을 것이라 예상했으나 좌측 측면에 장착할 경우의 인식률이 높다는 것을 알았다. 리더기의 위치를 선정 후 태그사양에 따른 부착위치를 알아보는 실험에서 4*2 태그는 30개의 태그 중 26개의 태그가 모두 100%의 인식률을 보임으로 의료용 기밀용기의 옆면은 최적의 위치라 할 수 있다. 이러한 이유는 리더기와 태그의 안테나의 방향이 수평상태를 유지하였기 때문이라 생각된다. 하지만 인식률이 현저히 떨어진 태그는 기밀용기의 위치가 리더기와의 거리가 멀어 RF의 회절현상으로 인해 파장이 미치지 못하였기 때문이라 생각되어진다. 2*2 태그는 인식률 90%이상의 인식률을 보인 기밀용기의 위치와 태그의 부착위치를 살펴보면 가장자리에 위치한 기밀용기임을 알 수

있고 태그는 기밀용기의 옆면의 하단부분과 바닥부분임을 알 수 있었다. 90%이하의 낮은 인식률을 보인 기밀용기의 위치는 중앙임을 알 수 있었고, 태그는 뚜껑에 부착한 태그임을 확인할 수 있다. 이러한 현상이 발생한 이유는 RF는 파장을 가지므로 상쇄 작용이 일어나기 때문인 것으로 생각되어진다. 또한 뚜껑부분에 위치한 태그는 리더기와의 방향이 수직 방향임으로 인식률이 낮은 것이라 생각된다.

이러한 사실을 근거로 하여 RFID 리더기와 태그가 부착된 기밀용기의 최적 위치가 있다는 사실을 발견하게 되었다. 최적의 RFID 리더기의 설치 위치는 좌측 측면이며, 4*2 태그 부착위치는 대부분이 최적의 위치이며, 2*2 태그의 부착위치는 의료용 기밀용기의 옆면의 하단부분이라 할 수 있다. [R]부분에 해당하는 바닥부분에 위치하였을 경우도 인식률이 높아 최적이라 할 수 있지만 현실적으로 바닥부분에 부착하는 것은 태그의 손상을 가져오기 때문에 최적의 위치로 선정하기에는 부적절하다. 향후 본 연구를 확장하여 태그인식에 관한 표준화 작업을 수행 할 것이다. 본 실험 결과를 통해 의약품야에서 RFID 시스템을 도입하였을 경우 의약품창고 관리시스템 구축 시 창고선반에서 태그의 부착 위치 선정과 선반에서의 기밀용기의 위치에 적용 가능 할 것이다.

참고문헌

- [1] 서명자, 국내 종합병원 물류 관리시스템의 실태 및 만족도에 대한 연구, 영남대학교 경영대학원 석사학위논문 p.1~2, p.15, 2007.
- [2] 한선옥, 물류부분의 효율성 제고 방안, 한국경제연구원 규제 연구 시리즈 pp. 42 ~ 74, 1997
- [3] 백민호, 유비쿼터스 기반 RFID를 이용한 신 유통 물류 체계구축에 관한 연구, 연세대학교 공학대학원 석사학위논문, 2005.
- [4] 김남중, RFID System을 이용한 의학 산업, 한국 정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.34, No. 2, 2007.
- [5] 이주동, 서효중, 적용 환경에 따른 RFID 인식률 연구, 한국정보처리학회 제27회 춘계학술발표대회 pp.1450-1452(3), 2007.
- [6] <http://www.rfidepc.or.kr/>
- [7] 진한영앤비, 유비쿼터스 시대의 보건의료, 유비쿼터스 컴퓨팅 전문가 시리즈 10, 2005.
- [8] 이향래, 병원 물류 정보시스템에 관한 연구, 대한 병원 협회지 Vol.26 No.78.p.57, 1997.
- [9] 서동민, 여명호의, "RFID 기반의 웹 통합 자산관리 시스템 설계 및 구현, 한국컨텐츠학회논문지, 제8권, 10호, p27-36, 2008.
- [10] 이은곤, RFID 확산 추진현황 및 전망, 정보통신정책연구원, 정보통신정책 제16권 6호 통권 344호, 2004.
- [11] 이광용 외, 병원 종합 물류시스템 운영에 대한 관련직원들의 의식, 병원경영학회지, 제4권 제2호 p.268, 1999

- [12] 정민화 산업자원부 기술표준원, RFID 표준화 동향, 전자파기술 제15권 제2호 pp. 12~20 ,2004
- [13] 월칸패키징, 의약품에 RFID 적용 재고관리 등 효과, 2006.
- [14] 박현식, RFID의 성공적인 도입 및 활용방안, 한국산업경영시스템학회 추계 학술 대회 논문집 pp. 83~87 , 2005.