

# 하이브리드 태그 인터페이스 디자인 및 평가

## (Design and Evaluation of Hybrid Tag Interface)

윤형민<sup>†</sup> 이창수<sup>\*\*</sup> 신현구<sup>\*\*</sup>

(Hyung Min Yoon) (Chang Su Lee) (Hyun Gu Shin)

권오영<sup>\*\*\*</sup> 손영우<sup>\*\*\*\*</sup> 한탁돈<sup>\*\*\*\*\*</sup>

(Oh Young Kwon) (Young Woo Sohn) (Tack Don Han)

**요약** 최근 컴퓨팅 환경은 네트워크의 급속한 확산과 더불어 신개념 컴퓨팅 디바이스의 등장으로 다양한 삶의 영역에 컴퓨팅을 적용하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 되고 있다. 이러한 환경은 물리적 객체와 디지털 정보가 유기적으로 연계되어 사용자에게 컴퓨팅을 통한 편리한 생활 환경을 제공하는 방향으로 발전하고 있다. 이러한 컴퓨팅 발전 추세에 따라 다양한 물리적 객체와 디지털 정보를 연동하기 위하여 바코드 등의 이미지 코드나 RFID등을 이용한 태그 인터페이스에 관한 여러 연구가 진행중이다. 본 논문에서 제안하는 하이브리드 태그 인터페이스는 폭넓게 사용되고 있는 이미지 코드와 근래에 다양한 영역에 적용되는 RFID를 결합하여 사용하는 인터페이스 모델로서, 물리적 객체에 관련된 다양한 정보를 이미지 코드와 RFID를 혼용하여 그 관계에 따라 듀얼, 부분, 연관, 속박, 이산의 5가지 모델로 정립하였다. 하이브리드 태그 인터페이스는 이미지 코드와 RFID 같은 태그 인터페이스의 장단점을 분석하여 사용자의 편의성을 향상시키고 적용 어플리케이션을 다양화 함으로써 효율적이고 편리하게 적용가능한 태그 인터페이스이다.

**키워드** : 유비쿼터스 컴퓨팅, RFID, 이미지 코드, 바코드, 컬러코드, 하이브리드 태그 인터페이스

**Abstract** Recently, new computing technologies are emerging from various life environments, as a result of the spread of network environments and the advent of new computing devices. This trend in computing technology is called "Ubiquitous computing" and is being developed to provide a convenient lifestyle through the dynamic integration of physical objects and digital information. The hybrid tag interface suggested in this paper is a usage model that integrates widely used image codes and recently applied RFIDs in various applications. On the basis of this concept, we eventually designed five different models such as Dual, Partial, Relative, Rebind and Discrete types according to their interrelation. In this paper, the characteristics of tag interfaces in the form of image codes and RFIDs are analyzed and the hybrid tag interface is proposed here for more efficient and convenient interface.

**Key words** : Ubiquitous Computing, RFID, Image code, Bar code, ColorCode, Hybrid tag interface

## 1. 서론

현재 컴퓨팅 환경은 인터넷 및 모바일 네트워크의 급속한 확산과 무선 네트워크의 결합을 통해 핸드 헬드 및 임베디드 컴퓨팅 디바이스, 태그 인터페이스, 그리고 수많은 서비스 서버로 구성된 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 되어가고 있다[1]. 이러한 컴퓨팅 환경은 물리적 객체와 디지털 정보가 유기적으로 연계되고, 사용자의 작업환경에 컴퓨터가 내장되어 서비스를 제공해 주는 숨겨진 도구로써 사용되어지며, 조용하고 끊임없는 컴퓨팅 서비스 이용 환경을 조성하여 사용자가 자연스럽게 디

<sup>†</sup> 비회원 : 삼성종합기술원 연구원

yoohm@kurene.yonsei.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 비회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과

kocs6455@kurene.yonsei.ac.kr

ulyody@kurene.yonsei.ac.kr

<sup>\*\*\*</sup> 비회원 : 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수

oykwon@kut.ac.kr

<sup>\*\*\*\*</sup> 비회원 : 연세대학교 심리학과 교수

ysohn@yonsei.ac.kr

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 종신회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

hantack@kurene.yonsei.ac.kr

논문접수 : 2004년 3월 15일

심사완료 : 2004년 8월 31일

지털 정보에 접근할 수 있도록 한다[2].

이러한 컴퓨팅 발전 추세에 따라 태그 인터페이스를 기반으로 하는 물리적 공간과 디지털 공간의 자연스러운 연결은 유비쿼터스 컴퓨팅의 중요한 분야로서 부각되고 있고 다양한 연구가 진행되고 있다.

태그 인터페이스기반의 시스템 서비스 개발은 주로 RFID를 활용하여 바코드를 대체할 기술의 접목에 대한 논의되고 있으며, 이는 태그 자체가 소형화, 고성능 및 저비용화 되고 있기 때문이다. 그러나 이러한 시스템을 구성하기 위해서는 별도의 인식기 등이 필요하여 초기 투자비용의 상승을 초래하고 인식시 간섭, 인식 거리 및 부착 매체의 제한 등 문제점을 안고 있다[3].

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자 요구에 부합되는 정보로의 접근을 충족시키기 위해 이미지 코드나 RFID와 같은 태그 인터페이스의 장단점을 분석하고, 무의식중에 정보를 전달할 수 있는 강점을 지닌 RFID와 초기 설치비용의 부담을 줄이면서 사용자의 요구에 의해 간편한 정보접근 인터페이스를 제공해 주는 이미지 코드를 혼용한 하이브리드 태그 인터페이스를 제안하며, 하이브리드 태그 인터페이스의 다양한 모델에 대해 기술할 것이다.

## 2. 관련연구

HP의 Cooltown 프로젝트에서는 물리적 객체와 디지털 정보객체를 통합하기 위해 웹의 정보와 URL을 가리키는 WebID라는 코드를 RFID, 바코드, beacon(IR)을 사용하여 물리적 객체에 연계하는 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, 쿨타운에 구축된 유비쿼터스미술관에서는 모든 작품이 자신의 고유 정보를 발신하는 RFID태그를 달고 있고, 관람객은 마음에 드는 작품 앞에서 그 작품에 관한 정보, 작가에 관한 사항 등을 RFID 수신 기능을 가진 PDA로 확인해 볼 수 있다. 즉, HP의 Cooltown 프로젝트에서는 RFID와 무선 인터넷으로 물리적 객체와 디지털 정보객체를 통합하여 실제 세상과 웹 속의 정보 세계를 연결하기 위한 연구를 하고 있다[4].

MIT의 AutoID 연구실과 EPCglobal에서는 태그 인터페이스에 관하여 실생활에 본격적으로 적용될 수 있도록 많은 응용분야에 관한 연구가 이루어지고 있다. 사물에 식별코드(Electronic Product Code)가 저장된 전자태그를 부착하여 개별적인 사물에 정보를 부여할 수 있고, 변화하는 사물자체의 정보를 저장 및 유지관리, 조회할 수 있는 연구를 하고 하고 있으며, UPC를 대체하기 위한 대체 코드로서 표준화를 추진중이다[5].

일본의 유비쿼터스 ID센터에서는 사물이나 소프트웨어, 서비스 등에도 ID를 부여할 수 있는 코드체계로 '유비쿼터스 ID'를 일본 독자의 산업표준으로 제안하고 있

다. 유비쿼터스 ID는 보안성을 중요시하며, 메모리나 CPU의 존재여부와 무관하게 적용 가능하고 기존의 RFID에서부터 스마트 카드등의 모든 초소형 칩까지 적용가능하게 설계되었다. 필요시 인터넷과 연동되며, 자체내에서 처리가 가능한 경우에는 자체에서 처리를 완료한다는 특징을 가지고 있다. 특히 유비쿼터스 ID기술은 128bit의 ucode를 실세계의 사물에 각각 부여하여 컴퓨터가 개별적인 사물을 인식할 수 있도록 한다[6].

NFC(Near Field Communication) 포럼에서는 RFID 기술을 이용하여 사용자가 자신의 단말기를 이용하여 별도의 네트워크에 관련된 설정없이 안전하고 손쉽게 다양한 장치들과 통신을 할 수 있는 방법에 관한 연구를 진행중이다. 예를들어 콘서트를 알리는 포스터에 스마트 칩이 내장되어 있고 사용자가 자신의 모바일 단말기를 접근시켰을 때, 콘서트에 관한 정보가 스마트 칩으로부터 사용자의 단말기로 전송되며, 즉석에서 콘서트 티켓을 확인 및 예매할 수 있다. 이러한 NFC기술은 주변사물들이 디지털 정보로 연계될 수 있는 방법의 하나로 제시되고 있다[7].

MIT의 mediaBlock은 물리적 장치들과 온라인 콘텐츠를 손쉽게 연계하기 위한 인터페이스에 대한 연구로서 mediaBlock마다 각각의 디지털 ID를 내장하고, 장치에 mediaBlock을 접근시 데이터의 저장 및 전송이 가능하도록 하여 사용자의 온라인 미디어 작업시 복잡도와 오버헤드를 최소화 하는 인터페이스이다[8,9].

## 3. 태그 인터페이스

태그 인터페이스는 컴퓨팅 환경 내부에 존재하는 디지털 정보와 물리적으로 존재하는 객체를 연동하기 위한 인터페이스이다. 이를 이용하여 컴퓨팅 환경 내부의 디지털 공간과 물리적 객체를 연동하여 실생활의 컴퓨팅 환경을 진보시키고 지능화하기 위한 다양한 연구가 진행중이다.

물리적 정보를 디지털화하기 위한 입력방식으로는 키보드나 문자인식 등이 있으나 입력속도가 느리고 사용자의 노력을 요구한다는 단점이 있다. 또한 복잡한 구조를 가진 다량의 정보를 디지털화 하는 것은 많은 처리 시간과 오류를 발생시킨다[10]. 이러한 단점을 극복하기 위해서 태그 인터페이스가 사용되어 왔다. 본 절에서는 유비쿼터스 환경에서 중요한 기술로써 물리적 객체와 연결해주는 태그 인터페이스인 이미지 코드와 RFID에 대해 살펴보고자 한다.

### 3.1 이미지 코드

이미지 코드는 이미지형태로 제작된 코드로서 가장 보편적으로 사용되는 바코드와 이를 기반으로 매트릭스 형태로 발전시킨 2D 바코드, 매트릭스 형태로서 4가지

이상의 색깔을 사용한 컬러코드가 있다. 이들은 CCD와 같은 광학 인식 센서를 통하여 인식되며 종이, 포장 비닐 등에 인쇄되어 사용된다[11]. 이미지 코드는 일반적인 프린터에서 사용자가 생성이 가능하며 전용 기기 또는 웹캠 등과 같은 범용 기기에서도 인식이 가능하다[2, 12]. 그러나 이미지 코드를 인식하기 위해서는 사용자가 반드시 코드를 보고 위치를 확인할 수 있어야 한다.

3.1.1 바코드

바코드는 가장 보편적으로 사용되는 태그 인터페이스로서 유통, 물류 분야에서 주로 사용되고 있다. 바코드는 100%에 가까운 매우 높은 인식률을 가진 인터페이스로 문서, 포장지 등 다양한 매체에 낮은 가격으로 인쇄될 수 있으며, 크기도 축소, 확대가 가능하다. 바코드는 백색 바탕에 두께가 다른 흑색 선을 다른 간격으로 나열하여 구성되며, CCD나 레이저 등을 이용하여 그 코드값이 인식된다. 바코드를 위한 코드 체계는 국제표준의 EAN(Europen Article Number) 및 UPC 코드 체계 등을 사용하고 있다.



1차원 바코드는 판독에 대한 신뢰성이 높고, 비접촉 판독을 하며, 코드가 단순하고 작성이 용이하다. 그렇지만, 정보(데이터) 용량이 적고, 정보수록 밀도가 낮으며, 정보의 종류가 한정되어 있을뿐 아니라, 심볼의 오염/손상시 판독이 어렵다는 단점을 가지고 있다. 2차원 바코드는 이러한 1차원 바코드의 단점을 보완하는 새로운 정보매체로서 생성되었다. 그림 1에서 보는 바와 같이 2차원 바코드는 양축(X 방향, Y 방향)으로 데이터를 배열시켜 평면화 시킨것으로서[2], 기존의 1차원 바코드 심볼로지가 가지는 문제점인 데이터 표현의 제한성, 즉 많은 데이터의 표현이 불가능한 점을 보완하기 위하여 1980년대 중반에 등장하게 되었다. 이런 의미에서 2차원 바코드는 포터블 데이터 파일(Portable Data File)의 개념을 가지고 있으며, 또한 전기적으로 연결되어 있지 않은 두 컴퓨터 사이에서 데이터 교환의 가교 역할을 할 수 있기 때문에 데이터 브리지(Data Bridge)의 개념도 가지게 된다[2,13]. 즉, 하나의 컴퓨터 시스템에서 출력된 데이터 파일은 이차원 심볼로 표현되어 다른 컴퓨터 시스템에 키보드를 치지 않고 재입력이 가능하다는 것

이다.

3.1.2 컬러코드

컬러코드는 1999년 연세대학교에서 개발된 태그 인터페이스로서 범용 장비인 웹캠, 스캐너, 카메라폰 등에서 인식되며, 컬러를 이용한 방대한 코드 영역과 향상된 디자인을 가지고 있다[12].

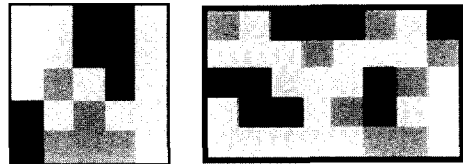


그림 2 컬러코드

그림 2에서 보는 바와 같이 컬러코드는 컬러 색을 가지는 셀(Cell)들의 조합이다. 컬러 셀의 집합은 특정한 정보를 인코딩한 결과를 보여주게 되며 RGB(Red, Green, Blue)값에 따라 비트 정보로 바뀌어 응용된다. 컬러코드의 사용방식은 목적과 환경, 사용자의 요구에 의해 직접 매핑을 통해 아스키문자를 모두 표현하는 DCM(Direct ColorCode Model)방식과 인식기기 성능 요구도의 제약을 줄이기 위해 데이터의 인덱스 정보만을 담아 사용하는 ICM(Indirect ColorCode Model)방식으로 구성할 수 있다.

컬러코드는 인터넷과 네트워크 환경에서 다양한 종류의 정보를 표현하기 위한 차세대 코드로써 유무선 인터넷 환경에서 다양한 정보를 연결할 수 있다. 또한 컬러로 표현하므로 시각적으로도 쉽게 눈에 띄며 다른 코드에 비해 디자인 측면에서 우수하고 사용자들로 하여금 코드의 존재를 인식시키는데 명확한 인지를 가져올 수 있다. 컬러코드는 코드인식에 있어서 오류를 판별하는 패리티 영역과 코드의 회전 정도나 방향성을 판별하는 방향 탐지 영역으로 구성되어 셀의 위치를 탐색, 왜곡을 보정하고 패리티에 의한 오류를 검사하여 인식되므로 높은 인식률을 가지고 있다. 특히, 컬러코드의 장점은 일반적인 범용 카메라나 스캐너 등으로 판독 가능하다는 것이다[2,12].

3.2 RFID

RFID는 물건 또는 사람들의 출입, 이송, 기타위치 추적, 종류별 분류의 확인을 위해 라디오 주파수(Radio Frequency)를 이용한다. RFID시스템은 리더기(Reader or Interrogator), 일반적으로 태그라고 불리는 트랜스폰더, 컴퓨터 혹은 기타 데이터를 가공할 수 있는 컴퓨팅 장비로 구성되어 있다.

RFID의 동작 원리는 태그가 고유한 정보를 담은 신호를 발생하고 이 신호를 안테나를 통해 리더기가 인식

하고 분석하여 태그의 정보를 얻는 방식이다[3]. 이러한 RFID는 크게 액티브(Active) RFID와 패시브(Passive) RFID로 나눌 수 있다. 액티브 RFID는 태그안에 자체 전원장치를 설치하여 읽고 쓰기와 수정이 가능하며, 비교적 큰 메모리를 갖고 수신범위가 넓다. 하지만, 크기가 커지고 비용이 많이 들며 태그자체의 수명으로 인해 사용시간의 제한이 발생한다. 패시브 RFID는 가볍고 저렴하며 수명이 길지만, 리더기로부터 에너지를 받아서 사용되므로 인식거리가 짧아지고, 리더기에 상당히 많은 전력이 공급되어야 하는 점이 있다[14, 15]. 대부분의 읽기전용(Read only) 태그는 패시브 태그를 사용하며 32-128비트의 수정(Modify)할 수 없는 정보가 프로그램 되어 있다.

RFID의 인식거리는 주파수 사용영역 또는 전력 사용량에 따라 수 센티미터에서 수십 미터까지 매우 다양하게 존재하며[14], 이동중에도 인식할 수 있고 제조과정에서 부여한 유일한 ID는 위조가 매우 힘들다. 또한, 비접촉식으로 휴대가 간편하고 사용자가 원하는 ID로 코딩하여 사용가능한 유연성을 가지고 있으며 다양한 형태로 제작가능하다. 비금속물질(유리, 섬유, 목재)을 통과하여 정보전달이 가능하여 주머니나 지갑에 넣은 채로 인식이 가능하며, 전파가 안테나 또는 리더기에서 발신되므로 정보전달에 방향성의 영향을 적게 받는다[13,15].

### 3.3 스마트 카드

스마트 카드는 신용카드 정도의 크기의 플라스틱으로 만들어져 있으며, 데이터를 저장할 수 있는 마이크로칩이 내장되어 있고, 전화 통화, 전자적으로 대금을 지불하는 등 다양한 용도로 사용될 수 있으며 주기적으로 충전하여 재사용할 수 있다. 스마트 카드는 자기테이프 방식보다 많은 정보를 포함하며, 여러 용도로 사용하기 위해 프로그램화 될 수 있다. 일반 스마트 카드 외에 다양한 용도로 사용되도록 데이터와 프로그램이 포함된 스마트 카드도 있고 발행된 이후에 새로운 용도를 위해 업그레이드가 가능한 스마트 카드도 있다. 스마트 카드는 슬롯 내에 삽입되어 특수한 판독기에 의해 읽혀지거나, 또는 고속도로 요금징수소 등과 같은 곳에서는 멀리서도 읽혀질 수 있도록 설계될 수 있다. 카드는 전시장과 같은 곳에서의 사용을 위해 일회용으로 만들어지거나, 재사용이 가능하도록 만들어질 수 있다.

### 3.4 이미지 코드와 RFID의 분석

태그 인터페이스에 대한 사용자의 편의성과 관련 어플리케이션에 대한 활용도를 증대시키기 위하여 현재 보편적으로 사용되고 있는 태그 인터페이스인 바코드, 컬러코드 및 RFID에 대한 특성을 비교분석 하였으며, 표 1로 정리하였다.

#### • 기술적 특징

첫째, 부착할 수 있는 매체의 종류이다. 이미지 코드는 종이, 비닐 등 모든 인쇄 가능한 매체에 사용가능하며, RFID는 최근 크기가 2mm x 2mm x 10 $\mu$ m의 극소형 RFID가 개발되어 있으나[15], 인식 거리, RFID 간 간섭 등의 사용상 문제로 인해 종이와 같이 매우 얇거나 작은 매체에 부착하기 어려운 단점이 있다. 둘째, 외부환경에 대한 내구성(Robustness)이다[3]. 이는 다시 온도, 습도, 충격, 유연성(Folding), 물(방수) 등의 태그 자체에 손상을 주는 영향으로 나눌 수 있다. 이미지 코드는 유연성이 있는 종이, 포장지, 비닐 등에 인쇄되므로 충격이나 접는 등의 행위로 인한 손상이 거의 없다. 그러나 온도나 습도 등의 상승에 의한 이미지 코드가 인쇄된 종이, 비닐 등의 매체의 손상으로 인하여 이미지 코드가 손상될 수 있다. RFID는 온도, 습도의 영향을 거의 받지 않으며 충격에도 매우 강하다[14]. 최근에는 유연한 RFID 종류가 생산되고 있으나[15], RFID가 차지하는 안테나로 인하여 세탁 등의 접거나 구겨지는 영향에는 매우 약하다. 세탁 등으로 인한 물리적인 손상이 발생하는 경우가 아니면, 두 종류의 태그 인터페이스 모두 물에 대하여 거의 영향을 받지 않지만, RFID는 방수 처리가 안 되어 있는 경우 오작동 할 수 있다.

#### • 인식 특징

이미지 코드는 CCD 기반의 인식방법일 경우 빛의 영향을 받는다. 바코드는 전용 인식기의 경우 근접 거리 인식으로 빛의 영향을 소폭 받지만, 레이저 기반의 인식기의 경우 거의 영향을 받지 않는다. 컬러코드의 경우 CCD 기반의 범용 인식기를 사용할 뿐만 아니라 코드 자체가 컬러에 기반하고 있어 빛의 영향을 매우 많이 받는다. RFID는 사용 주파수 대역에 대하여 자기장의 영향을 받으며 주파수 간섭에 대하여 매우 취약하다[14]. 그리고, 태그와 인식기 사이에 불투명한 물체가 존재하였을 경우에 이미지 코드는 인식이 불가능하지만, RFID는 간섭하는 물체가 금속성이 아니면 인식이 가능하다.

#### • 인식의 편의성

태그의 존재인식(Visibility)은 태그가 어디에 부착된 것이며 어떤 것인지 사용자가 알 수 있게 하는 것이다. 바코드나 컬러코드 등은 확연히 코드를 확인할 수 있지만, RFID는 숨겨져 있는 태그로 사용자가 존재를 인식하기 어렵다. 인식방식(Recognition Method)에서도 이미지 코드는 사용자가 직접 인식하여야 하지만, RFID는 자동적으로 인식이 가능하다[13]. 전용기기 의존성(Device dependency)면에서 바코드나 RFID는 전용 인식기가 필요하며, 컬러코드는 카메라가 부착된 모든 기기에 사용가능한 장점이 있다. 인식거리에 있어서 이미지 코

표 1 태그 인터페이스별 특징

구분	특징	이미지 코드		RFID
		바코드	컬러코드	
기술적 특징	인식 거리	근접	근접	■ 패시브 RFID LF 134.2 kHz : 1.5m HF 13.56 MHz : 1.0m UHV 868 MHz (EU) : 0.6m UHV 915 MHz (US) : 3m MW 2.45 GHz (EU) : 0.5 m MW 2.45 GHz (US) : 2.0 m
	On Paper	가능	가능	Label 형태(flexible 태그)가 두꺼운 종이(80 μM이상)에 부착 가능
	Washable / 우천시 사용가능	가능 (의류, 비닐 등의 매체에 대하여)	가능 (의류, 비닐 등의 매체에 대하여)	강한 세탁시 안테나/칩 손상 가능 야외 우천시 사용 가능
	내구력(충격, 온도, 습도)	인쇄 매체에 따라 다름 (충격 영향 없음)	인쇄 매체에 따라 다름 (충격 영향 없음, 종이 매체 경우 습도, 온도에 따른 변색 가능성)	충격 영향 없음 온도 영향 거의 없음 습도 영향 없음
	태그 수명	인쇄 매체에 따라 다름	인쇄 매체 및 방식에 따라 다름	반영구적
	리더기 타입	전용 리더기	범용 웹캠, PDA 카메라폰 등	전용 리더기
인식 특징	인식 속도	느림	느림	매우 빠름
	투과 인식	불투명 물체에 대하여 불가	불투명 물체에 대하여 불가	유리, 목재등 금속성이 아니면 가능
	인식간섭 (빛, 전파)	거의 영향없음	빛 영향받음	주변 전파 영향받음
	인식간섭 (태그 및 리더기 위치)	Orientation에 따른 어려움증가	Orientation에 따른 어려움증가	태그가 인식가능거리에 중첩되어 있으면 간섭 발생
디자인	심미성(Aesthetics)	나쁨	좋음	
인식의 편의성 / 사용적 특징	무단 복제/수정	가능	가능	불가능
	Visibility / Line of Sight	Visible / Line of Sight 필요	Visible / Line of Sight 필요	Visible or Invisible / Line of Sight 불필요
	태그 인식 방식	수동	수동	자동
	Automatic tag Discovery	No	No	Yes
	정보기기를 통한 전달성	팩스, Email 등으로 전송가능	팩스, Email 등으로 전송가능	불가
	일반 사용자 생성 가능	일반 프린터로 생성 가능	일반 컬러 프린터로 생성가능	RFID Writer 필요 / 사용이 어려움
	필요시 정보저장 가능	불가	불가	RFID Writer 필요 / Rewritable RFID는 가능

드는 사용자가 근접하여 인식하여야 하지만, RFID는 종류에 따라 수십미터 이상에서도 인식이 가능하다.

• 디자인

태그의 크기(Tag Size)와 모양에 관해서, 바코드와 컬러코드는 크기를 다양하게 할 수 있지만 모양은 직사각형 형태로 구성되어야 하며[13], RFID는 안테나에 따라 크기나 모양이 제약될 수 있다.

심미성(Aesthetics)은 사용자가 태그를 사용할 때 시각적으로 느끼는 디자인의 미려함으로써, 컬러코드는 다양한 색상을 사용하고 있어 비교적 우수하다고 할 수 있다.

• 사용적 특징

이미지 코드는 사용자가 필요에 따라 범용 프린터를 통하여 편리하게 생성하여 사용할 수가 있으며, RFID는 정보를 기록하기 위한 장비가 별도로 필요하다. 또한 이미지 코드는 팩스, PC 등의 범용 장비 및 전화, 네트워크를 통하여 전송 및 수신 할 수 있으며 범용 프린터로 출력하여 쉽게 사용할 수가 있다.

4. 하이브리드 태그 인터페이스

4.1 하이브리드 태그 인터페이스 설계

하이브리드 태그 인터페이스는 물리적으로 태그가 지시하는 하나의 개체에 대하여 다른 형태의 태그를 접촉시켜 사용하기 위한 태그형태이다. 하이브리드 태그는

표 2 하이브리드 태그 인터페이스 모델별 Functions

Model	RFID		이미지 코드		Available Functions	
듀얼	Read Only	A XXXXX...	A	A	Compare	RFID와 이미지 코드 비교
부분	Read Only	A XBXCX...	B	C	Indicate	RFID: 전체정보 접근 Image: 개별정보 접근
연관	Read Only	A XXXXX...	A'	A''	Secure	RFID의 암호화된 정보를 이미지 코드를 통해 복호화
	Read Only	A XXBCX...	A'	A''	Convert	RFID의 복수정보 중 이미지 코드의 위치정보에 해당되는 정보를 추출
속박	Read/Write	A XXXXX... → A XXBCX...	B	C	Add	RFID의 정보에 이미지 코드값을 추가
	Read/Write	A XXBCX... → A XXDEX...	D	E	Change	RFID의 정보중 특정영역의 값을 이미지 코드값으로 변환
	Read/Write	A XXBCX... → A XXXXX...	B	C	Delete	RFID의 정보중 이미지 코드값에 해당되는 정보를 삭제
이산	Read Only	A XXXXX...	B	C		

A: Serial number of RFID  
 A', A'': Codes related to A  
 B, C, D, E: User codes  
 X: no data

가시성을 가지고 종이, 포장지 등에 부착될 수 있는 이미지 코드의 특징과 RFID의 자동 인식할 수 있고 내장할 수 있는 특징이 결합된 태그이다[13]. 본 논문에서는 하나의 RFID와 여러 개의 이미지 코드가 존재하는 모델을 분석하여 5가지 형태의 하이브리드 태그 인터페이스 모델을 구분하여 표 2와 같이 정리하였다. 이들 5가지 모델은 어플리케이션에 따라서 서로 복합적으로 구성되어 다양한 환경에서 태그 인터페이스가 사용되도록 할 수 있다.

하이브리드 태그 인터페이스를 설계하기 위하여 개체와 연동되는 정보에 대한 정의를 다음과 같이 하였다. 하나의 개체에 관련된 정보는 매우 다양하며, 개체가 사용되기 위하여 개체 정보, 생산 정보, 유통 정보, 업무 관련 정보, 판매 정보, A/S 정보 등 물리적으로 존재하는 개체와 연동하여야 하는 수 많은 정보가 존재한다. 이러한 정보 들을 다음과 같이 정의한다.

$I_{object} = \{i_n \mid n \geq 1 \text{ and } n \leq N, n \text{ is a natural number}\}$ ,  $N$  is the number of information types for an object.

$I_{object}$  is the information related to an object.

정보들은 직접적으로 이미지 코드 또는 RFID에서 추출할 수도 있으며 또는 변환을 통하여 얻어질 수도 있다. 이미지 코드를 이용하여 하나의 정보를 얻을 수가 있으며, 이를 얻기 위한 작업을  $F_{IMAGE}()$ 로 정의하였다.

$i_t = F_{IMAGE}(\text{Image Code})$  where  $t \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  
 $t \leq N$  and  $i_t \in I_{object}$ ,

$i_t$  is the information acquired from an image code.

RFID에 저장된 하나 또는 여러개의 정보를 얻을 수가 있으며 하나의 정보를 얻기 위한 작업을  $F_{RFID}()$ 로 여러 개의 정보를 얻기 위한 작업을  $F_{MRFFID}()$ 을 정의하였다.

$i_r = FRFFID(\text{RFID})$  where  $r \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  
 $r \leq N$  and  $i_r \in I_{object}$ .

$i_r$  is one type of information acquired from an RFID.  
 $I_R = F_{MRFFID}(\text{RFID})$  where  $I_R = \{i_p \mid i_p \in I_{object}, p \geq 1 \text{ and } p \leq N, p \text{ is a natural number}\}$ .

$I_R$  is the collection of the information acquired from a RFID.

또한 RFID는 정보를 변경하거나 추가할 수 있기 때문에 이의 작업을  $F_{MRFFID\_ADD}(\text{RFID}, \alpha)$ ,  $F_{MRFFID\_CHANGE}(\text{RFID}, \alpha)$ ,  $F_{MRFFID\_DELETE}(\text{RFID}, \alpha)$ 로 정의하였다.

$I_R' = F_{MRFFID\_ADD}(\text{RFID}, \alpha)$  where  $I_R' \supset I_R$ ,  $I_R' \neq I_R$  and  $\{\alpha\} = I_R' - I_R$ .

$I_R'$  is the collection of the information after processing an add operation in an RFID.

$I_R'' = F_{MRFFID\_CHANGE}(\text{RFID}, \alpha)$  where  $I_R'' \neq I_R$ ,  $n(I_R'') = n(I_R)$  and  $\{\alpha\} = I_R'' \cap I_R$ .

$I_R''$  is the collection of the information after processing a change operation in an RFID.

$I_R''' = F_{MRFFID\_DELETE}(\text{RFID}, \alpha)$  where  $I_R''' \subset I_R$ ,  $I_R''' \neq I_R$  and  $\{\alpha\} = I_R - I_R'''$ .

$I_R'''$  is the collection of the information after processing a delete operation in an RFID.

4.1.1 듀얼 태그 모델

RFID와 이미지 코드가 같은 코드 값을 가지고 있는 모델로서, 두 태그가 가지는 가시성 및 부착되는 매체의 특성과 위치에 따라 상호 보완적인 기능을 수행할 수 있다. 듀얼 태그 모델에서는 두가지 기능을 제공하는데, 첫번째는 Compare Function이다. Compare Function은 RFID와 이미지 코드를 동시 또는 순차적으로 인식하여 그 값을 비교한 뒤, 그 결과를 참 또는 거짓으로

반환한다. 두번째는 Assist Function으로 RFID또는 이미지 코드 어느 하나의 인식에 어려움이 있거나, 실패하였을 경우 다른 하나의 태그를 인식하여 그결과를 반환한다.

• Compare Function

$F_{COMPARE}(RFID, image\ code) = Compare(F_{RFID}(RFID), F_{IMAGE}(image\ code))$

Result : True or False

• Assist Function

$F_{ASSIST}(RFID, image\ code) = If\ Fail(F_{RFID}(RFID))\ then\ return\ (F_{IMAGE}(image\ code))$

Result : Fail or  $i_t$  where  $i_t \in I_{object}$

4.1.2 부분 태그 모델

상품에 부착된 RFID에 대한 값을 보조하기 위하여 이미지 코드를 사용하는 모델이다. 이 모델에서 제공하는 대표적인 기능은 Indicate Function이다. 이는 RFID가 가지고 있는 값의 일부를 이미지 코드에서 지시하는 경우로서 RFID의 인식 환경에 제약이 있거나 데이터의 일부만이 보호되어야 할 때, 이미지 코드를 통하여 필요한 정보 값만을 얻어내는 데 사용된다. RFID가 매우 근접하여 중첩되었을 때 어느 태그가 인식되었는지 사용자의 인지가 어렵기 때문에 특히 매우 작은 크기의 상품인 도서 등에서 많은 정보를 태그를 통하여 제공하려고 할 때 유용하다.

• Indicate Function

$F_{INDICATE}(RFID, image\ code) = If\ F_{MRFID}(RFID)\ include\ F_{IMAGE}(image\ code)\ then\ return\ F_{IMAGE}(image\ code)$

Result : Fail /  $i_t$  where  $i_t \in I_{object}$

4.1.3 연관 태그 모델

RFID와 이미지 코드가 갖는 값이 상이하고 이 두 값간의 필연적인 상호 연관관계를 갖는 모델이다. 연관 태그 모델에는 Secure Function과 Convert Function이 있으며, Secure Function은 RFID가 암호화된 데이터를 가지고 있고, 이미지 코드가 그 키값을 가지고 있다면, 사용자는 두개의 태그를 이용하여 복호화 함으로써 사용자에게 필요한 정보만을 획득 할 수 있게 한다. 또는 반대로 RFID가 복호화를 위한 키값을 가지고 있고, 이미지 코드가 암호화된 정보를 가지고 있을 수도 있다. Convert Function은 Secure Function과 유사하나 암호화나 복호화 기능이 없이 RFID의 데이터를 이미지 코드의 정보를 이용하여 더하기, 빼기 등의 단순한 연산을 이용하여 변환을 수행하는 기능이다.

• Convert Function

$F_{CONVERT}(RFID, image\ code) = Convert(F_{MRFID}(RFID), F_{IMAGE}(image\ code))$

Result : Fail /  $i_c$  where  $i_c \in I_{object}$

• Secure Function

$F_{SECURE}(RFID, image\ code) = Decrypt(F_{RFID}(RFID), F_{IMAGE}(image\ code))$

Result : Fail /  $i_s$  where  $i_s \in I_{object}$

4.1.4 속박 태그 모델

Rewritable한 RFID에 대하여 이미지 코드가 RFID의 내부 정보를 추가하거나 수정, 삭제하는 모델이다. 이 모델에는 Add, Change, Delete Function이 있으며, 이는 물류 체인에서 발생하는 각종 정보들을 이미지 코드를 통하여 데이터베이스에 저장하고, RFID에 반영하고자 하는 경우 등에서 사용된다.

• Add Function

$F_{ADD}(RFID, image\ code) = Add(F_{MRFID}(RFID), F_{IMAGE}(image\ code))$

Result :  $i_r'$  where  $i_r' \in I_{object}$

• Change Function

$F_{CHANGE}(RFID, image\ code) = Change(F_{MRFID}(RFID), F_{IMAGE}(image\ code))$

Result :  $i_r'$  where  $i_r' \in I_{object}$

• Delete Function

$F_{DELETE}(RFID, image\ code) = Delete(F_{MRFID}(RFID), F_{IMAGE}(image\ code))$

Result :  $i_r'$  where  $i_r' \in I_{object}$

4.1.5 이산 태그 모델

RFID와 이미지 코드가 갖는 값이 상호 연관이 없다. 여기에는 일반적인 Identify Function이 제공되며, 이는 RFID가 상품의 주요 정보들을 저장하고 RFID의 정보와 직접적으로 관련은 없지만 상품에 부가적으로 필요한 정보를 제공하기 위하여 이미지 코드를 사용하는 경우이다. 이 모델은 현재 일반적으로 사용되어지며, 특별한 기능이 존재하지 않기 때문에 본 논문의 분석 및 평가에서는 제외하였다.

4.2 하이브리드 태그 인터페이스의 적용 예

바코드는 주요한 태그 인터페이스로서 이용되어 왔으며, 최근에는 RFID기술의 적용에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다. 그러나, RFID는 다중인식의 문제와 바코드보다 높은 비용으로 인해 다양한 영역에 적용되지 못하고 있다. 이러한 제약들을 극복하기 위하여 하이브리드 태그 인터페이스가 일반적으로 적용될 수 있는 예는 표 3과 같다.

5. 하이브리드 태그 인터페이스 평가

5.1 하이브리드 태그 인터페이스 분석

사용자의 편의성과 관련 어플리케이션에 대한 활용도를 증대시키기 위하여 제안한 하이브리드 태그 인터페이스를 앞절에서 분석하였던 기존의 태그 인터페이스들

표 3 일반적인 적용 예

Model	적용 예
듀얼	RFID는 상품에 부착, 이미지 코드는 카탈로그, 매뉴얼, 포장에 부착
부분	도서의 경우 RFID는 책표지에 부착 도서 일반정보 제공, 이미지 코드는 각 도서의 페이지에 부착 도서내용관련 상세 정보 제공
연관	A/S센터는 상품 RFID와 품질보증서의 이미지 코드를 통하여 고객정보 접근 고객이 상품 RFID와 영수증의 이미지 코드를 통하여 A/S정보 접근 상품이 출고, 배송, 입고 등의 단계를 거칠때 담당자의 이미지 코드를 인식하여 상품의 단계별 RFID Code와 함께 변환하여 처리 문서의 정보를 접근
속박	RFID의 정보를 문서에 부착된 이미지 코드를 이용하여 변경 - RFID는 상품에 부착 - 이미지 코드는 품질인증서등 문서에 부착(팩스로 전송가능)
이산	RFID, 이미지 코드 모두 상품에 부착, - RFID는 사이즈, 부피, 무게등 상품의 특성 정보 제공 - 이미지 코드는 가격, 판매자, 전화번호등 판매정보 제공

과 비교하여 아래와 같이 분석하여 표 4으로 정리하였다.

• 기술적 특징

듀얼 태그 모델은 강화된 외부환경에 대한 내구성(Robustness)을 지원한다. 듀얼 태그의 경우 하나의 태그가 손상되었을 때 다른 태그로 이를 대체할 수가 있다. 또한 연관 태그의 경우 하나의 태그가 손상되었을 때 데이터베이스의 코드와 다른 하나의 태그의 정보를 이용하여 복구할 수 있다.

• 인식 특징

RFID는 전파를 통하여 인식되기 때문에 매우 근접하여 부착되어 있는 경우에 어떠한 태그가 인식되었는지 사용자가 판별할 수 없는 단점이 있다. 도서와 같은 경우 각 페이지에 태그가 부착되어 어떠한 정보를 제공하려는 경우에 RFID는 뒤 페이지에 부착된 태그와 간섭이 발생한다. 부분 태그나 이산 태그의 경우 이러한 간섭과 무관하게 사용할 수 있다. 또한 금속성 상품의 경우 RFID의 인식이 상품 자체의 부피나 위치 등에 따라서 방해받을 수 있는데, 듀얼 태그를 사용할 경우에 이

러한 간섭을 보완하여 태그를 인식할 수 있다.

• 인식의 편의성

인식의 편리함에 있어서 듀얼 태그 및 부분 태그는 이미지 코드와 RFID가 가지는 단점을 모두 보완한 것으로 사용자가 태그의 존재를 인식할 수 있으며, 필요 정보에 따라 사용자의 수작업없이 원거리 자동 인식(RFID 정보) 및 수동 인식(이미지 코드정보)이 가능하다. 또한, 하이브리드 태그에 컬러코드를 적용한 경우에는 범용 장비에서 인식이 가능하다.

• 정보 이용 및 보안

선택적 정보접근 측면은 태그에 의한 정보접근이 얼마만큼 사용자에게 선택권을 제공하느냐는 것이다. RFID에는 여러개의 코드가 저장되어 있을 수 있으며, 이를 사용자가 용도에 따라 편리하게 접근할 수 있어야 한다[13]. 부분 태그, 연관 태그는 이미지 코드의 인터넷, 팩스 등을 통하여 송수신할 수 있는 우수한 전달성을 이용하여 RFID에 저장된 정보에 쉽게 접근할 수 있다. 또한 속박 태그는 이미지 코드의 이러한 장점을 이용하여 RFID의 정보를 추가, 수정, 삭제할 수 있다. 정

표 4 이미지 코드, RFID, 하이브리드 태그 비교

구분	특징	이미지 코드	RFID	하이브리드 태그
기술적 특징	내구성 (손상시 복구 가능성)	중간	낮음	높음 (듀얼 태그, 연관 태그의 경우)
인식특징	태그간 간섭	낮음	높음	낮음 (듀얼 태그의 경우)
인식의 편의성	Visibility / Line of Sight	Visible / Line of Sight 필요	Visible or Invisible / Line of Sight 불필요	Visible / Line of Sight 불필요
	인식 방식	수동	자동	수동 or 자동
	인식 장비	범용장비(컬러코드 사용시)	전용장비	범용장비(컬러코드 사용시)
	정보기기를 통한 전달성	팩스, Email 등으로 전송가능	불가	팩스, Email 등으로 전송가능 (부분 태그, 연관 태그의 경우)
	보안성	약함(복제가능)	중간	강함(연관 태그의 경우)
정보수정가능여부	불가	가능(Rewritable RFID일 경우)	가능(Rewritable RFID일 경우)	



보 보안 측면에서, 이미지 코드는 복제가능하고 코드 암호화가 어려운 측면이 있으며, 연관 태그는 RFID의 정보들과 이미지 코드를 결합하여 보안이 강화된 코드 체계를 사용할 수 있다.

**5.2 관련연구와 하이브리드 태그 인터페이스 비교**

위에서 제시되었던 관련연구들과 하이브리드 인터페이스의 특징과 기능, 그리고 태그에 부여된 ID와 사물과의 관계 또는 ID와 제공되는 서비스의 관계를 표 5와 같이 정리했다. 이를 통해 각각의 관련연구와 하이브리드 태그 인터페이스의 특징 및 차이를 간략하게 알 수 있다.

Auto ID, U-ID, MediaBlock ID는 각각의 사물을 구별하기 위한 코드로서, 하나의 ID는 하나의 사물에 대응되므로 1:1의 관계이고, 하나의 ID에 대한 서비스는 여러가지가 제공될 수 있으므로 1:N의 관계라고 할 수 있다. 또한 이들이 제공하는 주요 기능은 사물의 식별을 위한 Identification이라 할 수 있다. 반면 하이브리드 태그 인터페이스는 사물의 식별이 주 목적이 아닌 사용자를 위한 편리한 기능의 제공을 위해 기존의 태그를 확장한 것으로 ID와 사물이 반드시 1:1로 대응되지 않으며, 서비스 또한 구성된 모델에 따라 다양화 될 수 있다. 즉 하이브리드 태그 인터페이스는 사용상의 필요에

따라 사물과 ID가 다양한 형태와 관계로 구성될 수 있으며, 구성된 여러 ID의 조합으로 복합적인 기능의 N:M관계의 서비스를 제공할 수 있다.

**5.3 사용성 평가**

**5.3.1 평가 환경**

앞에서 기존 태그 인터페이스의 단점을 보완하기 위한 하이브리드 태그 인터페이스의 다양한 모델을 제시하였고, 기존 태그 인터페이스와의 비교 분석을 통하여 장점을 확인해 볼 수 있었다. 또한 하이브리드 태그 인터페이스가 적용될 수 있는 예를 각 모델별로 제시하였는데, 이 장에서는 하이브리드 태그 인터페이스의 사용 가능성을 확인하기 위해 도서관에 적용된 기존 태그 인터페이스와 적용가능한 하이브리드 태그 인터페이스 시나리오에 대해 사용성 평가를 하였다. 평가에 적용된 도서관에서의 하이브리드 태그 인터페이스의 사용 예는 표 6과 같다.

평가를 위한 환경은 Philips Mifare RFID를 인식하는 13.56MHz RFID 시스템과 웹캠을 통해 Colorzip 컬러코드를 인식하는 이미지 코드 시스템을 사용하였다. 평가를 위해 시나리오 기반으로 개발한 서비스 프로그램은 VB 6.0과 SQL 2000 DBMS를 사용하여 개발하였다. 서비스 프로그램과 RFID reader, 웹캠 은 노트북

표 5 관련연구와 하이브리드 태그 인터페이스 비교

연구명	연구 내용	특징	기능	관계	
				ID : Object	ID : Service
AutoID	식별코드(Electronic Product Code)가 저장된 전자태그를 부착하여 자동적으로 사물을 인식(Automatic Identification)	- 기존 UPC코드와 유사한 형태의 EPC코드 사용 - EPC : 96bit - ONS(Object Name Service) 제공	Identification	1:1	1:N
U ID	실세계 사물에 컴퓨터로 쉽게 읽힐 수 있는 형태의 유일한 유니쿼터스 ID 코드(ucode)를 할당하여 컴퓨터가 자동적으로 사물을 인식할수 있도록 함	- 기존 제품코드와 미래 제품코드를 모두 수용하는 메타코드 사용 - ucode : 128 bit - ucode를 저장할수 있는 태그를 7가지 클래스로 분류(RFID, 스마트 카드 등)	Identification	1:1	1:N
mediaBlocks	물리적 장치와 온라인 콘텐츠를 손쉽게 연계하기 위한 인터페이스	- 미디어 블록은 디지털 ID를 내장 - 온라인 콘텐츠의 저장소 기능 - 온라인 미디어에 대한 작업시 복잡도와 오버헤드를 최소화하는 인터페이스	인터페이스	1:1	1:N
NFC 포럼	RFID인식방법을 이용하여 다양한 장치간 네트워크 연결시 별도의 재설정이 없는 안전한 통신기능 제공	- peer to peer 통신 - 13.56Mhz RF band 사용 - FeliCa와 Mifare 두 가지 통신방식 이용 - 인식거리: 0~20cm	인터페이스 / 프로토콜		
하이브리드 태그 인터페이스	Object와 연계된 태그간 또는 태그와 정보간의 관계를 정립하여 사용자를 위해 편리한 기능을 제공	- RFID와 이미지코드를 사용 - 인식거리 및 데이터 저장능력은 사용된 태그에 의존적 - 기본적으로 5가지형태의 태그관계모델과 세부 기능 제공	보조, 보안, 변환등 다양한 기능	N:M (1≤N≤M1≤M≤∞)	N:M (1≤N≤M1≤M≤∞)

표 6 도서관 시나리오에서 하이브리드 태그 모델의 적용

Model	적용 예
듀얼	RFID(책표지) = 이미지 코드(카탈로그, 도서검색 컴퓨터 화면, 신간도서목록)
부분	RFID(책표지) : 도서 전체 정보, 이미지 코드(도서의 페이지) : 책 내용 일부분에 대한 세부 관련정보(text, image, 동영상 등)
연관	RFID(신분증) : 사용자 정보, 복호화 키 이미지 코드(문서/도서의 페이지) : 권한이 있는 사용자에게 선택적으로 제공되는 암호화 정보 - RFID의 사용자 정보로 인증 - RFID의 키로 암호화된 정보를 복호화 - 권한이 없는 사용자는 정보에 접근 불가
속박	RFID(신분증) : 사용자 정보, 도서대출 리스트 이미지 코드(카탈로그, 도서검색 컴퓨터 화면, 신간도서목록) - 카탈로그에서 도서검색후 원하는 도서 정보를 RFID의 도서대출 리스트에 기록 - RFID의 도서대출 리스트에 등록된 도서를 도서관에서 대출



그림 3 시스템 구성

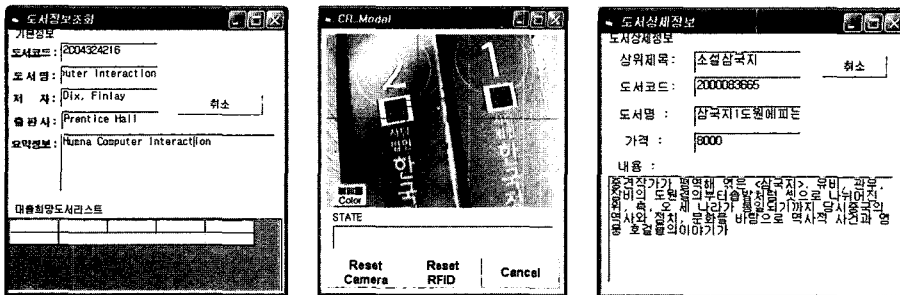


그림 4 평가를 위한 어플리케이션 UI

컴퓨터에 설치되었으며 그 구성은 그림 3과 같다.

평가를 위한 하이브리드 태그 인터페이스 어플리케이션 프로토타입의 UI는 그림 4에서 보는 것처럼 카메라 창과, 입력된 값을 확인하기 위한 텍스트 박스, 그리고 몇 개의 버튼만으로 이루어져 있으며, 실제로 구동시에는 각 태그의 인식 이벤트에 의해 주로 구동되고, 버튼은 보조 기능만을 위하여 사용되고 있다. 두개의 태그중 하나의 태그가 인식되면 간단한 정보가 출력되는 것을 기본으로 하여, 각 모델별로 다른 기능을 실행되도록 하였다. 피실험자는 20~30대의 대학원생 15명으로 전공과 무관하게 지원자를 대상으로 선발하여 남자가 9명, 여자가 6명이고, 설문문을 통해 평가 정보를 수집하였다[16]. 먼저 평가를 위한 실험은 기존 태그 인터페이스 및 하

이브리드 태그 인터페이스의 도서관 적용 시나리오를 바탕으로 다음의 단계별 task를 수행하는 것으로 진행하였다.

**기존 태그 인터페이스(이미지 코드) 적용 시나리오**

**Task 1.** 도서의 검색과 대출희망 도서 리스트의 작성:

- 1-① 사용자는 종이로 인쇄된 팜플렛, 유인물, 기존 도서 검색 시스템 등을 이용하여 도서의 정보를 조회하고, 이미지 코드를 이용하여 세부 정보를 확인한다.
- 1-② 사용자가 조회한 것 중 대출을 원하는 도서는 별도의 기록물(종이, PDA)을 이용하여 수작업으로 기록한다.

**Task 2.** 도서 열람:

- 2-① 자신이 기록해 놓은 기록물을 참조하면서 도서 제목, ISBN, 등록번호 등을 비교하여 원하는 도서를 찾는다.
- 2-② 도서의 내용중 세부정보를 조회하기 위해 해당 페이지를 펼쳐 직접 검색한다.

**Task 3.** 접근 제한된 도서의 열람:

- 3-① 접근이 제한되어 있는 도서의 세부내용은 이미지 코드 인식후 패스워드로 인증을 거쳐 정보를 확인한다.

**하이브리드 태그 인터페이스 적용 시나리오**

**Task 4.** 도서의 검색과 대출희망 도서 리스트의 작성:

듀얼 태그 모델, 속박 태그 모델

- 4-① 사용자는 종이로 인쇄된 팜플렛, 유인물, 기존 도서 검색 시스템등의 도서정보를 컬러코드나 RFID중 가능한 방법을 이용하여 조회한다. (Assist Function)
- 4-② 사용자가 컬러코드로 조회한 것중 대출을 원하는 도서는 자신의 신분증(RFID)과 DB에 기록된다. (Add Function)

**Task 5.** 도서 열람: 듀얼 태그 모델, 부분 태그 모델

- 5-① 사용자의 신분증에 저장되어 있는 도서 목록과 도서에 붙어있는 RFID를 비교하여 원하는 도서를 찾는다. (Compare Function)
- 5-② 도서의 내용중 세부정보를 조회하기 위해 해당 부분의 컬러코드를 인식하여 정보를 확인한다. (Indicate Function)

**Task 6.** 접근 제한된 도서의 열람: 연관 태그 모델

- 6-① 접근이 제한되어 있는 도서의 세부내용은 권한이 있는 신분증(RFID)과 도서의 컬러코드로 인증을 받은 후 정보를 확인한다. (Secure Function)

기존 태그 인터페이스 적용 시나리오는 이미지 코드만을 사용하여, 주어진 task를 수행하며, 하이브리드 태

그 인터페이스를 적용한 시나리오에는 앞에서 제시했던 하이브리드 태그 인터페이스의 모델 4개와 그 세부 Function이 적용되어 task를 수행하게 된다. 이 시나리오 단계에 따라 실험을 한 후 피실험자는 기존 태그 인터페이스와 하이브리드 태그 인터페이스에 대해 각각 설문에 응답하게 되고, 설문의 구성은 표 7의 평가요소를 기준으로 작성한 35개의 세부 문항들로 구성하였으며, 7점 척도로 기록하도록 하였다.

5.3.2 평가 결과

실험의 결과는 각 평가요소에 해당하는 세부문항들의 평균값으로 나타내었으며, 그 수치를 도표로 나타내면 아래의 그림 5와 같다.

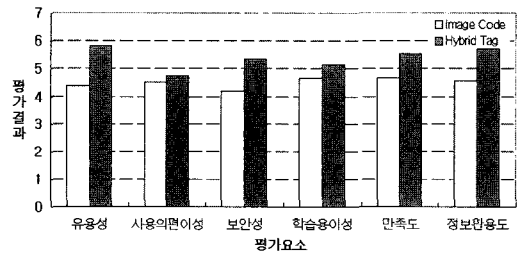


그림 5 사용성 평가 결과

위의 도표와 설문결과를 바탕으로 평가요소들에 대한 분석을 해보면 표 8과 같다.

평가 결과 전체적으로 기존 태그 인터페이스에 비해 높은 점수대를 형성하였으며, 특히 시스템 전반에 대한 유용성, 보안성, 정보활용도가 기존 인터페이스와 큰 점수차가 나타나 하이브리드 태그 인터페이스의 사용 가능성을 인정받았다. 그러나 두개의 다른 태그 인터페이스 인식 장비를 다루는 데에서 오는 약간의 불편함은 개선해야 할 과제가 평가결과에서 나타났다.

표 7 평가요소

평가요소	평가 내용
유용성 (Usefulness)	하이브리드 태그 인터페이스가 주어진 task를 수행하는 데 있어 유용한지, 또는 실생활에 적용함에 있어 유용하다고 판단되는 지에 대한 것으로 세부 문항은 작업수행속도, 생산성, 적용가능성으로 구성[17]
사용의 편리성 (Ease of Use)	제시한 인터페이스가 사용하기 편리한지에 대한 것으로 세부 문항은 사용의 편리성, 조작의 편리성, 조작의 예측가능성으로 구성[17]
보안성 (Security)	정보 제공에 있어서 얼마나 보안을 유지 할수 있는가에 대한 것으로, 권한이 있는 인원에 대해서만 정보 제공이 가능한가, 인증후 정보를 제공하는가, 인증방법은 안전한가에 대한 항목으로 구성
학습용이성 (learnability)	하이브리드 태그 인터페이스를 원활하게 사용하기 위해 사용자가 겪어야 할 학습의 정도로, 사용법이 단순한가, 사용법을 배우기 쉬운가, 사용 방법을 예측 가능한가등의 세부항목 평가[18]
만족도 (satisfaction)	하이브리드 태그 인터페이스 의 작업에서 수행한 역할에 대한 만족, 수행시간에 대한 만족, 전체적인 만족을 세부항목으로 평가[19]
정보활용도 (Applicability of information)	하이브리드 태그 인터페이스를 통해 정보탐색의 편의성, 정보제공형태, 작업수행에 대한 기여도에 대한 세부 항목들을 평가[20]

표 8 평가 결과

평가요소	평가 결과
유용성 (Usefulness)	하이브리드 태그 인터페이스는 유용성 평가결과에서 작업수행 속도, 생산성, 적용가능성 모두에 긍정적인 답변을 얻었다. 이것은 하이브리드 태그 인터페이스가 기존 태그 인터페이스에서 사람이 수작업으로 해왔던 일들을 task5에서 도서 리스트와 책을 비교하여 책을 찾아주는 것처럼 자동으로 작업을 처리해주기 때문에 작업수행의 속도를 높이고, 수행시간을 단축시켜 생산성을 높임으로써 작업에 유용하다고 판단된다
사용의 편의성 (Ease of Use)	전체적으로 두개의 장비를 사용하는 데 있어서의 부담, 태그간 관계의 복잡함등으로 인해 다른 평가요소에 비해 상대적으로 낮은 점수대를 형성하였으나, 이미지코드만을 사용하는 기존 태그 인터페이스 보다는 하이브리드 태그 인터페이스가 더 높은 점수를 받았다. 이것은 사용자가 상황에 따라 선호하는 또는 필요한 방법으로 인식할 수 있는 특성이 좋은 점으로 인식된 것으로 판단된다.
보안성 (Security)	Task 6에서 제시된 연관 태그 모델처럼 비밀이 유지되어야 하는 문서의 내용을 이미지 코드로 표시하고, 그 접근을 RFID로 인증하는 Secure Function을 이용하면 기존 태그 인터페이스(이미지 코드)의 취약한 보안성을 충분히 보완 될 수 있다고 평가 되었으며, 인증방법의 안전성에 대한 신뢰도 또한 높았다
학습용이성 (learnability)	기존 태그 인터페이스에 비해 하이브리드 태그 인터페이스는 사용법이 두가지 장비와 태그의 사용으로 나뉘져 있고, task마다 다른 기능을 수행하고 있어 어려워 했지만, 몇 번의 사용으로 쉽게 배울수 있다는 응답이 많았다.
만족도 (satisfaction)	시스템 전반에 대한 만족의 정도를 나타낸 것으로, 피실험자들은 전반적으로 하이브리드 태그 인터페이스의 기능과 수행속도, 제공 정보에 대해 기존 태그 인터페이스에 비해 높은 수준의 만족감을 보였다
정보활용도 (Applicability of information)	제공되는 정보 및 그 제공 방법과 정보의 활용가치에 대한 것으로 하이브리드 태그 인터페이스에 대해 전반적인 응답이 긍정적이었으며, 특히 필요한 정보를 쉽게 찾을 수 있는가에 대해 강한 긍정을 표현했다. 이것은 기존 태그 인터페이스에서처럼 범용의 장비로 인식이 되는 이미지 코드를 사용함으로써 task 1에서처럼 어디에서든 필요한 정보를 접할 수 있을 뿐만 아니라 그 내용을 기록할 수도 있어 정보의 활용도가 높아졌다.

6. 결론

하이브리드 태그 인터페이스는 외부 환경에 대한 손상에도 복구 가능하며, 범용장비, 전용장비에서 모두 인식 가능하고, 사용자의 선택에 의존적인 수동인식과 일정거리 이내에서 인식되는 자동인식이 가능하다. Secure function의 경우는 태그를 통한 정보이용에 보안성을 강화하였다. 특히 범용의 장비로 태그를 인식할 수 있는 점은 물리적 객체와 디지털정보를 유기적으로 연계하여 누구나 사용할 수 있게 함으로써 사용자에게 편리한 생활환경을 제공하고자 하는 유비쿼터스 환경에서 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

이러한 하이브리드 태그 인터페이스의 특성은 물류나 도서관등 다양한 분야에서 활용이 가능하며 기존의 태그 인터페이스가 DNS처럼 ip와 도메인을 연결시켜 주는 것과 유사하게 Object를 지칭해 주는 ONS(Object Name system)[5]의 역할을 하는 반면 하이브리드 태그 인터페이스는 ONS의 기능을 수행할 뿐만 아니라 복수의 태그를 통해 compare, secure, indicate등 다양한 기능들과 부가적인 정보들을 정의해 놓을 수 있어 태그의 활용성을 높이고, 어플리케이션을 다양화 할 수 있다.

본 논문에서는 RFID와 이미지 코드의 가능한 다양한 모델중 활용도가 높을 것으로 보이는 5개의 모델을 정립하고, 그 세부 기능들을 정의 하였으며, 사용성 평가를 통해 하이브리드 태그 인터페이스와 제안한 모델들의 사용 가능성을 확인해 보았다. 제안한 모델들은 비용의 문제로 하나의 RFID와 다수의 이미지 코드의 관계에 대한 것을 주로 정리하였으나, 하나의 이미지 코드와

다수의 RFID 가 갖을 수 있는 관계에 대한 정의도 필요하며, 그 밖에도 언급되지 않은 다양한 모델과 기능들이 존재할 것으로 보여 더 세밀한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Weiser, M., "The computer of the 21st Century," Scientific American, 265(3), 66 - 5, 1991.
- [2] Rekimoto, J., Nagao, K., "The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments," Proc. of UIST '95, 29 - 36, 1995.
- [3] Engels, D.W., The Reader Collision Problem, white paper, MIT Auto ID Center, <http://archive.epcglobalinc.org/publishedresearch/MIT-AUTOID-WH-007.pdf>, 2001.
- [4] Kindberg, T., Barton, J., Morgan, J., Becker, G., Caswell, D., Debaty, P., Gopal, G., Frid, M., Krishnan, V., Morris, H., Schettino, J., Serra, B., Spasojevic, M., People, Places, "Things: Web Presence for the Real World," Mobile Networks and Applications, 7, 365 - 376, 2002.
- [5] Sarma, S., Brock, D.L., Ashton, K., The Networked Physical World Proposals for Engineering the Next Generation of Computing, Commerce & Automatic Identification, white paper, MIT-Auto-ID Center, <http://archive.epcglobalinc.org/publishedresearch/MIT-AUTOID-WH-001.pdf>, 2000.
- [6] Rekimoto, J., At the Start of the the Project to support moving independently, Press Release, Ubiquitous ID Center, <http://www.uidcenter.org/english/press/TEP040324e.pdf>, 2004.
- [7] NFC forum, Near Field Communication, White-paper, <http://www.ecma-international.org/activities/>

Communications/2004tg19\_001.pdf, 2004.

[8] Brygg Ullmer, Hiroshi Ishii, and Dylan Glas, "media Blocks: Physical containers, transports, and controls for online media," Proceedings of SIGGRAPH '98, 379-386, 1998.

[9] Ullmer, B., and Ishii, H., "mediaBlocks: Tangible Interfaces for Online Media," Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99), ACM Press, 31-32, 1999.

[10] Kambayashi, Y., Tarumi, H., Morishita, K., "Digital Tags: Data with Restricted Accessibility for e Commerce Applications," Australian Computer Science Communications, 23(6), 61-70, 2001.

[11] Rekimoto, J., Ayatsuka, Y., "CyberCode: Designing Augmented Reality Environments with Visual Tags," Proc. of DARE 2000 on Designing augmented reality environments, 1-10, 2000.

[12] Jeong, C.H., Lee, N.K., Shin, E.D., Han, T.D., "A Design of Color Code System for Name Card Information," KISS HCI2000 9(1), 2000.

[13] Want, R., Fishkin, K.P., Gujar, A., Harrison, B.L., "Bridging Physical and Virtual Worlds with Electronic Tags," Proc. of CHI '99, 370-377, 1999.

[14] Finkenzeller, K., RFID HANDBOOK, Second Edition, Wiley, 2003.

[15] Mattern, F., Smart Identification, Ubicomp Summer School, <http://www.vs.inf.ethz.ch/pub/slides/dag2002-mattern-2.pdf>, 2002.

[16] Nielsen, J., and Landauer, T. K., "A mathematical model of the finding of usability problems," Proceedings ACM/IFIP INTERCHI'93 Conference(Amsterdam, The Netherlands, April 24-29), 206-213, 1993.

[17] Davis, F. D., "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology," MIS Quarterly, 13(3), 319-340, 1989.

[18] Lin, H.X. Choong, Y. Y., and Salvendy, G., "A Proposed Index of Usability: A Method for Comparing the Relative Usability of Different Software Systems," Behaviour & Information Technology, 16(4/5), 267-278, 1997.

[19] Lewis, J. R., "IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use," International Journal of Human-Computer Interaction, 7(1), 57-78, 1995.

[20] Kalawsky R. S., Bee S. T., Nee S. P., "Human factors evaluation techniques to aid understanding of virtual interfaces," BT Technol. J. 17(1), Jan, 128-141, 1999.



윤형민

1995년 연세대학교 지질학과 졸업(학사)  
1998년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학석사). 1999년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정 재학중. 관심분야는 Ubiquitous/Pervasive Computing, Embedded System, HCI, Context awareness



이창수

1999년 육군사관학교 전자공학과 졸업(학사). 2003년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 석사과정 재학중. 관심분야는 Ubiquitous computing, HCI, Wearable computer



신현구

1994년 공군사관학교 경영학과 졸업(학사). 2004년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학석사). 관심분야는 HCI, Ubiquitous computing, Wearable computer



권오영

1990년 연세대학교 전산학과 졸업(학사). 1992년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학석사). 1997년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학박사). 1997년~2000년 ETRI 선임연구원. 2000년~현재 한국기술교육대학교 정보기술공학부 조교수. 관심분야는 cluster, grid computing, home networking

middleware



손영우

1986년 고려대 경영학과 졸업(학사). 1989년 University of Missouri at Columbia 사회학과(석사). 1999년 University of Illinois at Urbana Champaign 심리학(박사). 1999년~2002년 University of Connecticut at Storrs 심리학과 조교수. 2002년~현재 연세대학교 심리학과 조교수. 관심분야는 Human Factors, Applied Human Cognition, Aviation Psychology



한택돈

1978년 연세대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사). 1983년 Wayne State University 컴퓨터공학(공학석사). 1987년 University of Massachusetts 컴퓨터공학(공학박사). 1987년~1989년 Cleveland 주립대학 조교수. 1989년~현재 연세대학교 공과대학 컴퓨터과학과 교수. 관심분야는 Wearable computer, HCI, ASIC 설계, 고성능 컴퓨터구조