

RFID를 이용한 사용자 별 PCR 프로토콜 관리

김상윤¹, 최광원², 구자훈³, 나종훈⁴,
송혜정⁵, 김종대⁶, 김유섭⁷, 박찬영⁸

^{1,2,3,4}한림대학교 컴퓨터공학과

^{5,6,7,8}한림대학교 유비쿼터스 컴퓨팅학과

¹pksoftz@hallym.ac.kr, ²sodagu@hallym.ac.kr, ³asqw1414@nate.com, ⁴tmg40x@hanmail.net,
⁵hjsong@hallym.ac.kr, ⁶kimjd@hallym.ac.kr, ⁷yskim01@hallym.ac.kr, ⁸cypark@hallym.ac.kr

PCR Protocols Management For Each User By Using RFID

S. Y. Kim⁰, K. W. Choi, J. H. Ku, J. H. NA, H. J.
Song, J. D. Kim, Y. S. Kim, C. Y. Park

^{1,2,3,4}Dept of Computer Engineering, Hallym University

^{5,6,7,8}Dept. of Ubiquitous Computing, Hallym University

요 약

저가화, 소형화, 지능화되고 있는 RFID 칩은 조달, 국방, 우편, 교육, 문화, 교통 및 환경 등의 다양한 분야에 적용되고 있다. 본 연구는 이러한 RFID를 생명공학의 핵심기술인 PCR 기술을 수행하는 Thermal Cycler에 도입하였다. 이는 사용자가 RFID 리더기를 장착한 Thermal Cycler 장비에 본인의 RFID 태그를 인식시켜 별도의 login을 하지 않고도 실험에 쓰인 protocol에 손쉽게 접근할 수 있도록 한다. 또한 사용자 본인의 RFID 태그를 사용하기 때문에 같은 장비를 사용하는 다른 사용자나 제 3의 인물로부터 실험내용을 보호함으로써 보안성을 높일 수 있다.

1. 서 론

현대 사회로 들어서면서 IT(Information technology, 정보기술)와 BT(Bio technology, 바이오 기술 또는 생물공학)의 발전은 인류의 생활을 크게 변화시키고 있다. 이러한 변화를 선도할 정보기술로 주목받고 있는 기술 중 하나가 RFID(Radio Frequency IDentification, 무선인식 태그)기술이다. 이는 현재 일반적으로 ‘무선인식’으로 번역되나, 전자태그, 스마트태그, 전파식별 등의 용어로 번역되기도 한다. RFID 기술은 사물에 부착된 태그로부터 전파를 이용하여 사물의 정보 및 주변 환경을 인식하여 각 사물의 정보를 수집, 저장, 가공, 추적함으로써 사물에 대한 측위, 원격 처리, 관리 및 사물 간 정보 교환 등 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 기술은 기존의 바코드를 대체하여 물품 관리를 네트워크화 및 지능화함으로써 유통 및 물품 관리뿐만 아니라 보안, 안전, 환경 관리 등에 혁신을 선도할 것으로 전망되며, 이전에 존재하지 않았던 거대한 새로운 시장을 형성할 것으로 기대된다[1].

또한 생물 공학은 이학, 의학, 약학, 공학, 농학 등의 각 분야에 관련되는 광범위한 학제적 분야로서 생물공학의 큰 발전은 기초적·학문적 분야에서뿐만 아니라 의약품, 화학품, 농림·수산·축산업, 식품공업, 에너지, 환경정화 등의 폭넓은 생물 산업 분야에 대해서도 혁명적 변화를 가져오고 있다. 이러한 이유로 바이오산업은 많은 산학의 투자를 지원받아 빠른 기술 개발이 이루어지고 있

으며, 다양한 분야에 그 영향력을 끼치게 되었다[2].

바이오 기술은 오랜 역사를 지닌 발효 기술이나 식물의 육종기술과는 구별하여, 유전자 조작을 중심으로 하는 새로운 기술을 가리키는 것으로, 유전자 조작을 중심으로 하는 현대의 생물학에서 특히 없어서는 안 될 가장 중요한 기술 중 하나가 바로 PCR (Polymerase Chain Reaction)기술이다.

근래 과학 수사나 친자 감별 등에 자주 이용되는 DNA 지문 분석(DNA fingerprinting) 역시 PCR 기술을 이용해서 이루어진다. 생물학에서는 여러 유전병을 판별하기 위해서 인간 유전학에서 사용하는 경우가 있으며, 오래된 고생물이나 멸종 생물의 희소 DNA를 증폭하기 위해서도 이용된다. 분류학에서도 종 사이의 DNA 비교를 위해 PCR 기술을 널리 이용하고 있으며, 분자생물학에서는 DNA나 RNA를 다루기 위해서 반드시 이용되는 매우 중요한 기술로 받아들여지고 있다.

PCR은 중합효소 연쇄반응(Polymerase Chain Reaction)의 약자로서 DNA 중합효소를 이용하여 DNA의 원하는 부분을 복제·증폭시키는 분자생물학적인 기술이다. PCR의 주된 목적은 DNA를 template로 해서 특정한 유전자 서열을 증폭하는 것으로 DNA가 아주 적은 양이더라도, 우리가 원하는 부분을 엄청난 양과 높은 정확도로 크게 늘릴 수 있다. 또한 장비가 단순하여 현재는 책상 위에 놓을 수 있는 장비로도 간단히 사용할 수 있으며 증폭에 걸리는 시간 역시 2시간 정도로 짧은 장점을 가지고 있어서, 현대 생물학의 모든 분야에서 가

장 중요한 기반 기술로 이용되고 있다. 현재는 PCR을 연속하여 수행이 가능한 Thermal Cycler(유전자 증폭기)로 불리는 장치가 개발되어 널리 이용되고 있다.

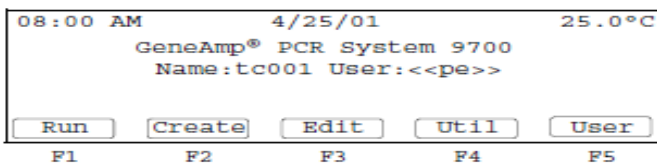
바이오 기술이 생물 산업 분야에서 다양하게 활용되는 만큼 PCR을 이용하는 실험도 많이 이루어지고 있다. 이때 PCR을 이용하여 DNA의 원하는 부분을 복제·증폭시키기 위해서는 그에 따른 각각의 protocol이 필요하다. 실험 방법이나 목적, 사용자의 기술 등에 따라 수 많은 protocol이 개발되므로 실험에 사용된 모든 protocol을 저장하고, 관리하는 일 또한 바이오 기술의 역량을 높이는 데 중요한 요소라 하겠다. 그러나 기존에 사용되고 있는 Thermal Cycler는 사용자 별 로그인 시스템이 있으나 그 조작이 불편하고, 각 protocol의 관리나 저장, 보안의 문제 또한 발생하고 있다.

본 시스템은 Thermal Cycler 내부에 RFID 리더기를 장착하고 각 사용자의 protocol를 분류, 저장하여 사용자의 RFID 태그(Tag)가 확인되면, 저장된 정보를 손쉽게 이용할 수 있도록 돕는 시스템을 구현한 것이다. 이는 사용자의 실험 정보를 보다 체계적으로 분류, 정리할 수 있으며, 사용자 별 tag를 이용하게 되므로 별도의 로그인 시스템 없이도 각자의 실험 protocol을 관리할 수 있다. 또한 보안상의 문제도 자연스럽게 해결할 수 있다.

2. 관련연구

2.1 Thermal Cycler의 user interface system

현재 많은 Bio System 회사들이 다양한 기능을 겸비한 Thermal Cycler 장비를 출시하고 있다. 이 장비의 가격대는 사양에 따라 수 백 만원에서 수 천 만원대로, 사용자의 필요에 따라 선택이 가능하다. 그러나 고가의 장비임에도 불구하고 사용자 관리에 있어서는 크고 작은 문제점을 안고 있다. 시중에 출시된 Thermal Cycler 장비에서 사용되는 몇 가지 사용자 관리 체계를 살펴보면 다음과 같다.



[그림 1] GenAmp PCR System 9700 모델[3]



[그림 2] Piko™ Thermal Cycler [4]

[그림 1]은 appliedbiosystems회사에서 출시된 GenAmp PCR System 9700의 화면이고, [그림 2]는 finnzymes회

사에서 출시된 Piko™의 user interface 화면이다[1][2]. 이 장비들은 사용자가 직접 touch screen이나 개별 버튼으로 조작하여 폴더를 생성하고, 지정된 폴더에 실험별 protocol을 저장할 수 있도록 되어있다. 회사나 기종별로 약간의 차이는 있지만, 이처럼 대부분의 Thermal Cycler는 장비 내부에 시스템이 허용하는 저장 용량만큼의 protocol을 저장할 수 있도록 되어있다. 그러나 장비를 사용하는 사용자가 여러 명일 경우, 다른 사용자의 접근이 용이하여 작은 버튼 조작 실수만으로도 저장되어 있는 protocol이 삭제되거나, 변형될 수 있는 단점이 있고, 또한 보안상의 문제도 발생할 수 있어, 사용자의 주의가 요구된다. 이러한 문제점을 보안하기 위하여 사용자 login을 할 수 있는 기능이 추가된 장비들도 있으나, 사용자가 일일이 버튼을 눌러 찾아야하는 번거로운 과정을 거쳐야 하는 경우가 대부분이다.

2.2 RFID 기술

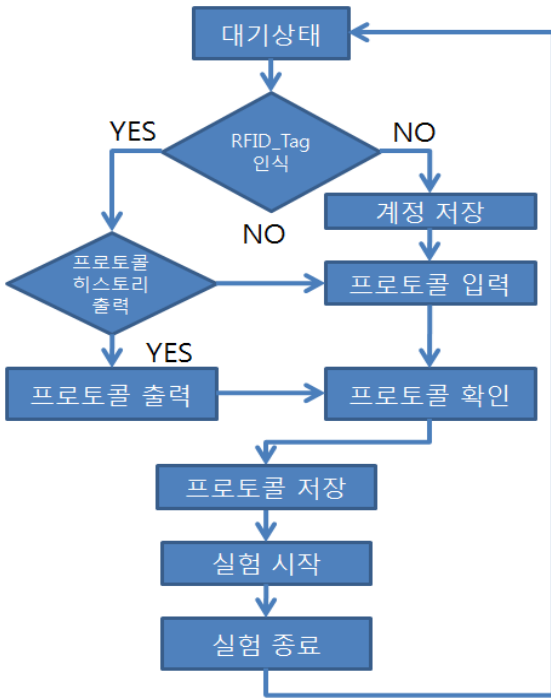
RFID는 주파수(Radio Frequency)를 이용하여 RFID 태그의 안테나와 리더의 안테나가 주어진 주파수 대역에 맞게 전파를 이용하여 태그에 저장된 대상(물건, 사람 등)의 정보를 주고받는 통신을 수행한다. 그리고 서버는 유무선 통신망으로 연동되어 리더에서 수신된 객체의 정보를 활용하여 응용처리를 수행하는 ‘비접촉 또는 무선 주파수 인식 기술’이다.

RFID는 앞서 서론에서도 언급한 바와 같이 비접촉식으로 비금속 장애물 투과가 가능하고, 데이터의 읽기·쓰기가 가능하여 반영구적으로 사용할 수 있으며, 여러 개의 태그를 동시에 인식할 수 있고, 이동 중에도 인식이 가능하다는 특징이 있다.

이러한 RFID 기술은 저주파(LF), 고주파(HF), 초고주파(UHF) 및 마이크로파(M/W) 대역의 무선 전파를 사용하며 각 대역의 전파 특성에 따라 동물식별 및 추적, 교통카드, 주차관리, 도서관리, 출입통제용 카드, 동물식별, 하이패스용 카드 등에 응용되고 있으며, 이 밖에도 창고관리, 항공물류, 유통 구매, 우편물 운송, 물품관리, 전자화폐 등 다양한 분야에 선택적으로 적용되고 있다. 또한 단말기의 형태에 따라 고정형, 휴대형, 모바일 RFID 기술로 분류되고 최근에는 택시안심귀가 서비스등 휴대폰에 RFID 리더 기능이 결합된 모바일 RFID 시범서비스를 선보여 실생활에 다양하게 활용되고 있다. 또한 항만 물류 관리 등과 같이 긴 인식거리가 필요한 능동형 RFID기술을 포함하여 많은 연구와 실증실험, 시범 서비스나 본 사업이 이루어지고 있으며 최근에는 파렛, 케이스 단위가 아닌 물품 단위에 태그 부착을 위한 ILT기술도 속속 선보이고 있다[1].

3. 시스템 구성

본 시스템은 Thermal Cycler장비 컨트롤 및 RFID 정보를 저장 관별 하는 하드웨어 부분과, RFID 태그정보가 입력되는 RFID리더기 부분, Thermal Cycler에서 사용자별 protocol을 관리하고 user interface를 표시하기 위한 디스플레이부분으로 구성된다.



[그림 3] 시스템 처리흐름도


[그림 3]는 본 시스템으로 사용자가 Thermal Cycler 장비에 RFID 태그를 사용하여 정보를 처리하는 과정을 도식으로 나타낸 처리흐름도이다. 먼저 사용자가 대기 중인 장비에 본인의 태그를 가져가게 되면, RFID 리더기는 저장된 사용자의 ID를 인식하고, 사용자가 이전에 사용한 protocol history를 화면에 출력한다. 이때 사용자는 원하는 protocol을 선택하여 내용을 확인 하고, 바로 실험을 시작하게 된다. 이와 같이 본 시스템은 RFID를 이용하여 최소한의 버튼 조작만으로도 사용자 본인의 이전 실험 protocol을 불러낼 수 있으며, 실험이 시작되기 전에 손쉽게 본인의 아이디로 protocol을 저장할 수 있다.

4. 실험환경 및 결과

4.1 실험환경


본 시스템의 하드웨어는 3가지로 분류된다. [표 1]은 온도를 측정하고, 사용자 계정과 protocol을 저장하는 등의 주요 기능을 제어하는 Thermal Cycler의 메인 칩이다.

[표 1] PIC18F4550칩을 사용한 LS-4550EK-I[5]

Description	Features
 PIC18F4550 칩	<ul style="list-style-type: none"> - PIC18F4550 - 32K Flash(bytes) - 2048 SRAM(bytes) - 256 EEPROM(bytes) - 13 10-Bit A/D (ch) - 1/3 Timers Flash 8/16-Bit

[표 2]는 RFID 태그에 저장된 사용자의 정보를 읽고, 그 정보를 메인 칩으로 보내는 RFID 리더기이다.

[표 2] 오엘마이크로웨이브 회사에 RFID 리더기[6]


Description	Features
 RFID-232	<ul style="list-style-type: none"> - RFID-232 - 프로토콜 ISO 15693 - 동작주파수 13.56 MHz - 인식거리 10 Cm 이상 - 전원 60 mA @ 5V DC정전압 - 시리얼통신 TTL레벨 (High:+5V, Low:GND)

RFID모듈과 호스트(PIC) 통신은 TTL(Transistor Transistor Logic)로 이루어진다. 호스트에서 RFID모듈로의 통신 형식은 Length(자신 제외) + Flag + 명령코드 + (AFI) + Mask Length + (Mask Value) + (Mask Value) + ...로 되어 있다. 본 모듈에서는 모든 명령어에 대해서 Flag BIT8=0, BIT4=0, BIT2=1, BIT1=0으로 고정해서 사용한다. 그리고 1개의 태그만 처리할 수 있도록 1Slot모드를 사용하며, 인식범위 내에 2개 이상의 태그가 존재하면 충돌이 발생하도록 설정하였다. 1Slot모드는 여러 개의 태그가 동시에 접근하지 않는 응용에서 고속으로 처리할 경우에 유용하다. 필요한 경우에 호스트 프로그램에서 Anticollision 처리할 수 있도록 Collision 비트의 위치 정보를 보고한다.

RFID모듈에서 호스트로의 통신형식은 Length(자신 제외) + (Flag + DSFID + UID(8바이트)) 로 되어있다. 만약 2개의 태그가 동시에 들어와 충돌이 발생한 경우에는 호스트로 "0a 00 00 02 00 00 00 00 00 00" 이와 같은 메시지가 들어오며 02는 맨 처음 충돌이 발생한 비트를 1로하고 그 이후의 비트는 0으로 처리한다. 또한 인식 범위 내에 태그가 없으면 "01 00" 그리고 리더와 태그간 프레임 에러 발생한 경우 "01 30" 메시지를 호스트로 보내도록 하였다.

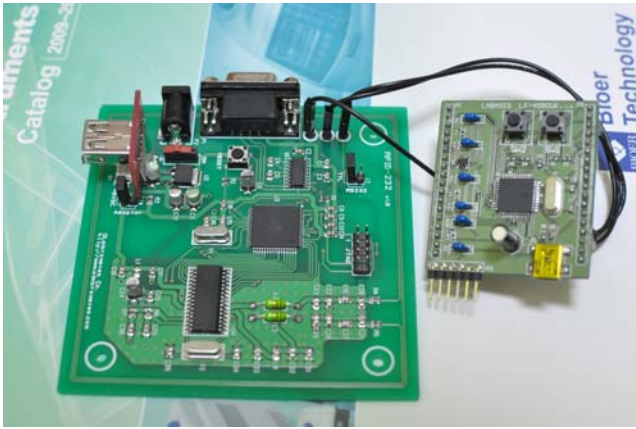
[표 3]은 이 실험에서 사용된 태그의 정보이다.

[표 3] RFID 태그

Description	Features
 ISO15693 Card	<ul style="list-style-type: none"> - ISO15693 Card - TI : RI-TH1-CB1A - 13.56-MHz - Vicinity Card Transponder - 백색 PVC재질 - 신용카드 사이즈 카드형 태그

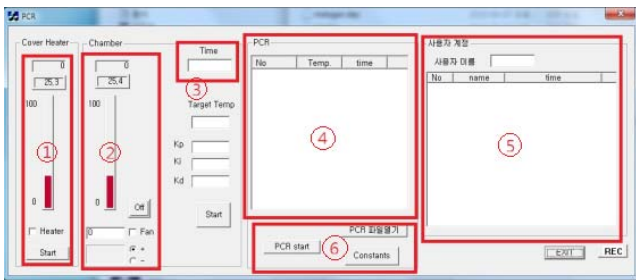
4.2 실험결과

4.2.1 PIC장비와 RFID장비 연결



[그림 3] PCI & RFID 장비 연결 모습

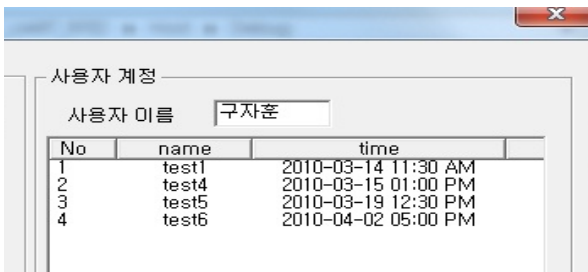
4.2.1 Thermal Cycler 의 user interface system



[그림 4] Thermal Cycler의 프로그램

[그림 4]에 빨간색으로 지정된 ①번 구역은 Cover Heater의 측정 온도를 표시하는 부분이며, ②번은 Chamber의 측정 온도를 표시하는 부분이다. ③번은 실험 경과 시간, ④번은 protocol, ⑤번은 해당 사용자 이름 및 사용한 protocol의 목록이 표시된다. 그리고 마지막으로 ⑥번은 시작버튼으로 구성되어 있다.

4.2.2 RFID 리더기에 태그 인식

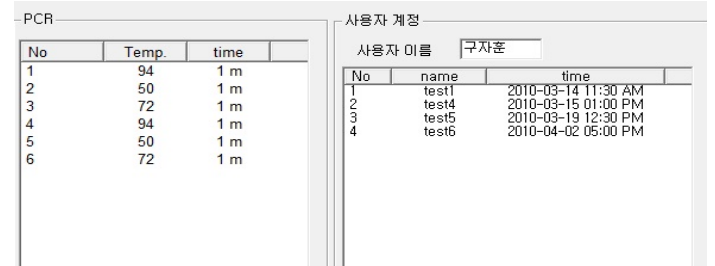


[그림 5] 태그인식을 통한 사용자 정보표시

[그림 5]는 RFID 태그에 저장되어있던 사용자 ID가 RFID 리더기를 통해 입력되었을 때, PIC칩에 저장되어 있는 protocol 중 ID가 일치하는 사용자의 protocol 리스트가 출력된 모습이다. 만일 저장되어 있는 사용자가 없

다면, 곧바로 사용자 ID가 저장되며 [그림 4]의 6번 부분에 있는 PCR 열기버튼을 이용하여 protocol를 추가한다.

4.2.3 protocol 출력



[그림 6] test1에 대한 protocol 정보 표시

[그림 6]는 PIC칩에 저장되어있는 protocol 중 첫 번째 테스트를 클릭하여 표시된 protocol 정보이다. 사용자는 표시되는 protocol을 확인하고, 그 내용이 맞으면 시작버튼을 클릭하여 실험을 시작하면 된다.

5. 결론

RFID 관련기술은 기존의 인식방법인 바코드나 자기카드의 단점을 극복하고, 그 응용범위가 물류 및 유통, 군사, 식품과 안전 등 산업 전 영역에 막대한 과급효과를 끼치며 바코드를 대체할 수 있는 혁명적 기술로 소개되었다. RFID를 도입한 기업들은 프로세스 혁신과 비용 및 인력절감 효과를 보고 있는 것으로 나타났으며, 향후 높은 성장을 구가할 수 있는 유망분야로 인식되고 있다.

본 시스템은 이러한 RFID 기술을 생명공학 분야의 중요한 기술 중 하나인 PCR 기술을 연속 수행 할 수 있는 Thermal Cycler에 도입함으로써 각자의 protocol을 관리할 수 있으며, 실험의 보안성을 높일 수 있다. 이는 사용자가 RFID 태그를 Thermal Cycler에 장착된 RFID 리더기에 인식 시키는 것만으로도 기존의 login 방식보다 적은 버튼 조작으로 짧은 시간 안에 본인의 protocol에 접근할 수 있으며, 개별 RFID 태그를 이용하기 때문에 본인의 protocol을 같은 장비를 사용하는 다른 사용자에게 노출 시키지 않을 수 있다.

RFID는 주파수에 따라서 몇 가지로 나뉜다. 최근 가장 많이 사용하는 RFID의 주파수 대역은 13.56 MHz, 433.92 MHz 그리고 910 MHz가 있다. 본 시스템에 쓰인 RFID는 13.56 MHz로 교통카드, 보안용 카드 등에 많이 쓰이며 근거리에서 쓰기에 적합하다. 리더기 가격의 경우, 코일을 감아 만드는 13.56MHz이 가장 저렴하기 때문에 낮은 가격으로도 시스템을 구성할 수 있어, 경제적인 가격으로 Thermal Cycler장비를 사용자들에게 제공할 수 있다.

Acknowledgements

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2010-0015951).

6. 참고문헌

- [1] 최길영, 외4명 "RFID 기술 및 표준화 동향", 전자통신동향분석 제 22권 제 3호 2007년 6월.
- [2] 전문진 외, 현대의 생물공학과 생물산업, 아카데미서적, 2003.
- [3] <http://www.appliedbiosystems.com>
- [4] <http://www.finnzymes.com>
- [5] <http://www.microchip.com>
- [6] <http://www.olmicrowaves.com>