

모션코드의 개념적 설계

박형근, 이일병
연세대학교 컴퓨터과학과
e-mail:aipost@hanmail.net

A Conceptual Design Of The Motioncode

Hyungkun Park, Yillbyung Lee
Dept of Computer Science, Yonsei University

요 약

유비쿼터스 환경에서 객체들과의 데이터 통신은 매우 중요하다. 특히 서버와의 교신 없이 객체들로부터 직접 충분한 정보를 확보해야 할 때에 이는 더욱 중요하다. 온라인 기반 네트워크를 이용하는 경우, 대량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있다는 장점이 있으나, 해당 통신을 지원할 수 있는 모듈이 각각의 객체에 설치되어 있어야 하고 온라인 상태를 유지하고 있어야 한다는 부담이 있다. 태그 인터페이스와 카메라 비전 기술을 주로 사용하는 오프라인 기반 네트워크를 이용하는 경우, 특별한 통신 모듈 없이도 물리적 객체와 디지털 객체 사이에서 효과적인 데이터 전송이 가능하다는 장점이 있으나, 온라인 기반 네트워크를 이용하는 경우에 비해 극히 소량의 데이터만을 전송한다는 단점이 있다. 이 경우 전송하는 데이터량을 늘리기 위해 우회적으로, 온라인 기반 네트워크로의 링크 정보를 전달하는 방법을 사용하고 있으나, 결국 온라인 기반 네트워크를 이용하는 경우에 발생하는 한계를 지니게 된다. 본 논문에서는 온라인 기반 네트워크를 이용할 수 없는 제한된 오프라인 환경에서, 디스플레이와 카메라만을 이용하여 기존의 오프라인 태그 인터페이스 특히 이미지 코드에서보다 자체적으로 서버와의 교신 없이 좀 더 많은 데이터를 전송하기 위한 방법으로 모션 코드를 제시한다.

1. 서론

유비쿼터스 네트워크(ubiquitous network)는 일상생활을 구성하고 있는 대다수의 객체(object)에 컴퓨팅 기능과 통신 기능을 부여하여, 사용자 및 객체들의 위치, 공간 그리고 속성 정보 등 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하고, 네트워크상에 연결되어 있는 서버와 교신하며, 그러한 다양한 정보에 근거한 자발적인 서비스를 제공한다.

유비쿼터스 환경에서는 이러한 네트워크의 특성 상 객체들 및 서버와의 데이터 통신이 매우 중요하다. 서버와의 통신을 위해서는 일반적으로 IP 기반 유무선 네트워크, 이동통신 네트워크 등이 사용된다. 객체들과의 데이터 통신을 위해서는 온라인 기반 네트워크와 오프라인 기반 네트워크를 이용할 수 있다. 기존의 IP 기반 유선 네트워크를 비롯하여 Wifi 기반 무선 네트워크, 3세대 이동 통신, 블루투스, 적외선 통신, 그리고 RFID 태그 인터페이스 등을 활용하는 온라인 기반 네트워크를 객체들과의 데이터 통신을 위해 사용하는 경우, 대량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있다는 장점을 확보할 수 있다[1]. 또 컴퓨팅 장치를 포함하고 있는 경우 객체가 능동적으로 정보를 재생산해 대량 고속 전송할 수 있다는 장점도 있다. 그러나 객체들과의 데이터 통신을 위해 온라인 기반 네트워크를 이용하는 경우에는 서버와의 교신을 위해 사용할 때와는 달리

해당 통신을 지원할 수 있는 모듈을 송수신 각각의 객체에 설치해야 하고 온라인 상태를 유지하고 있어야 한다는 일련의 조건들이 큰 부담으로 작용한다. 반면 오프라인 기반 네트워크를 이용하는 경우 이러한 통신 모듈 없이도 물리적 객체와 디지털 객체 사이에서 효과적인 데이터 전송이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 온라인 기반 네트워크를 사용할 때에 비해 전송할 수 있는 데이터량이 극히 제한된다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 우회적으로 온라인 기반 네트워크로의 연결 정보만을 전달하는 방법을 사용하고 있으나, 이 경우 결국 온라인 기반 네트워크를 이용하는 경우에 지니는 한계를 가질 수밖에 없다.

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 객체들과의 데이터 통신을 위해 오프라인 태그 인터페이스를 사용하는 경우, 온라인 기반 네트워크가 지원되지 않을 때에 데이터 송신 측의 디스플레이와 수신 측의 카메라 장치만을 이용하여 기존의 이미지 태그 코드에서보다 코드 자체적으로 좀 더 많은 데이터를 전송하기 위한 방법으로 모션 코드를 제시한다.

모션 코드는 시간에 따라 변화하는 순차적 2차원 이미지 코드들의 집합이다. 객체가 모션 코드를 통해 데이터를 전송하기 위해서는 시간에 따라 변화하는 모션 코드를 표

현하기 위한 디스플레이 장치를 갖추고 있어야 한다. 그러나 모션 코드는 기존의 오프라인 이미지 코드들에 비해 온라인 기반 네트워크의 지원 없이 많은 양의 데이터를 전송할 수 있다.

2. 태그 인터페이스

유비쿼터스 네트워크 환경에서 객체들과의 데이터 통신을 위해서는, RFID나 이미지 코드 등 태그 인터페이스를 가장 많이 사용하고 있다. 이 중 오프라인 기반 네트워크상에서 활용할 수 있는 태그 인터페이스로는 이미지 코드가 있다. 대표적인 이미지 코드로는 1차원 바코드, 2차원 이미지 코드, 그리고 컬러 코드 등이 있다[2].

2.1. 1차원 바코드





1차원 바코드는 수치 데이터를 쉽고 빠르게 코드화 할 수 있고 간결하고 편리한 인터페이스를 제공한다. 인식을 또한 완벽에 가깝다는 장점이 있다. 1973년 미국에서 UPC 심벌을 표준으로 지정하면서 Code 39, Code 128 등 다양한 형태의 1차원 바코드 개발과 표준화 작업이 이루어졌다. 그러나 다양한 종류의 문자를 입력할 수 없는 등 표현 상의 제약이 많고, 흑백 막대의 두께 차이를 정교하게 구별해 내야 하기 때문에 PC나 모바일 단말기 등 범용 장비에 장착되어 있는 낮은 해상도의 카메라로는 쉽게 인식이 되지 않아 고해상도의 카메라나 전용 스캐너 등을 사용해야 한다는 점, 그리고 무엇보다 단위 면적 당 데이터 밀도가 낮은 구조 때문에 표현할 수 있는 데이터의 양이 극히 제한적이라는 점 등이 단점이다. 즉, 1차원 바코드는 특정 공간에 표현할 수 있는 데이터 용량의 제한으로 객체 속성 정보를 모두 표현해서 독립적인 정보 전달 기능을 수행하기 어렵다. 따라서 해당 정보가 축적되어 있는 대용량 데이터베이스로의 링크 정보 즉 데이터 인덱스 키(database index key) 정보만을 표현하는 데 이용되고 있다. 이는 결국 온라인 기반 네트워크의 사용을 수반해야 함을 의미한다. 또 1차원 바코드를 이용해 좀 더 많은 양의 정보를 독립적으로 오프라인 기반 네트워크상에서 전달하기 위해 여러 개의 바코드를 생성하여 나란히 붙여 놓고 판독을 하는 방법이 시도되기도 하였다. 그러나 이 경우, 판독이 쉽지 않고 오류가 발생하기 쉬우며 무엇보다 바코드 면적 자체가 커지게 된다는 단점이 있다.

2.2. 2차원 이미지 코드

2차원 이미지 코드는 1차원 바코드의 단점들을 개선하기 위해 1980년대부터 개발되었다. X, Y 두 개의 축으로 이루어진 2차원 평면에 코드화 하며 흑백의 셀 패턴으로 정보를 표현하는 매트릭스 타입(matrix type)과 1차원 바코드를 확장해 압축된 형태로 표현하는 스택 타입(stacked type) 두 종류가 있다. 현재 약 20여 종의 2차원 이미지 코드가 개발되어 있다. 이 중 ISO 국제 표준으로

4개가 선정되어 있다. 매트릭스 타입 이미지 코드로는 데이터 매트릭스(Data Matrix), 맥시 코드(Maxi Code), 그리고 QR 코드(Quick Response Code) 이렇게 3종류가 있으며, 스택 타입의 이미지 코드로는 PDF 417이 있다. ISO 국제 표준으로 선정된 4개 이미지 코드의 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> ISO 국제 표준으로 선정된 2차원 이미지 코드의 특성

코드명	PDF 417	Data Matrix	QR Code	Maxi Code
심 분				
개발회사	미국 Symbol Technology	미국 International Data Matrix	일본 Denso	미국 UPS
특 징	광범위한 활용 에러정정 우수	고밀도 기록 소형화	정사각형 고밀도 기록 고속해독	정사각형 택배화물의 고속분류
특기사항	시장점유율(70%)	조소형화 가능	아시아권 사용	UPS 택배라벨
KS 제정	2002년 11월	1999년 12월	2002년 10월	1999년 12월

2차원 이미지 코드의 경우 1차원 바코드보다 단위 면적 당 훨씬 더 많은 데이터를 포함할 수 있으며 따라서 좁은 면적에 고밀도의 데이터를 표현할 수 있고, 데이터 훼손 시 오류 검출 및 복원이 가능하다는 장점도 있다. 또 숫자를 비롯해 다양한 문자와 그래픽 정보까지 포함할 수 있다. QR 코드의 경우 하나의 심벌(symbol)에 최대로 포함할 수 있는 정보의 양은 <표 2>와 같다[3].

<표 2> QR 코드 수납 가능 최대 데이터 량

버전	셀수	오류복원 레벨	데이터 Bytes 수	숫자	영숫자
40	177 x 177	L	2956 Bytes	7089	4296

QR 코드는 Version 40에서 대략 3000bytes를 코드 단일 심벌 내에 포함할 수 있다. 그러나 <표 2>의 경우는 현실적으로 최대 수치일 뿐이고, 2차원 이미지 코드 역시 단일 심벌이 포함하는 데이터 량을 늘리기 위해서는 이미지 코드의 사이즈를 확대하거나 데이터 셀의 크기를 축소해야 한다. 이미지 코드의 사이즈의 확대에는 분명 물리적인 제약이 존재하고, 데이터 셀의 크기는 대부분의 2차원 이미지 코드에서 인식을 보장을 위해 4개 픽셀 이상으로 표현하기를 권고하고 있기 때문에 이 역시 물리적인 제약이 존재한다. <표 2>의 경우는 QR 코드의 극단적 상황에서의 수치를 보여준다. 분명 2차원 이미지 코드는 1차원 바코드보다 훨씬 더 많은 데이터를 코드 내에 포함할 수 있다. 그래서 지문 정보, 명함 정보, 그리고 웹 사이트 링크 정보 등 보다 더 풍부한 정보를 코드 내에 포함할 수 있다. 그러나 분명히 데이터 표현 량의 한계가 있기 때문에

에 이 정도 이상의 정보를 담는 것은 불가능하고 따라서 주로 더 많은 대량 정보를 포함하고 있는 웹페이지 URL 정보를 인덱스 키의 형태로 코드에 포함하여 해당 온라인 사이트로 연결해 주는 역할을 보편적으로 수행하고 있다. 이 경우에는 온라인 기반 네트워크의 사용을 수반해야 한다. QR 코드의 경우 최대 16개의 심벌을 연속적으로 배치해서 좀 더 많은 데이터를 전송할 수 있도록 지원하고 있다[3]. 그러나 이 역시 심벌을 연속적으로 읽기 위해 번거로운 과정을 거쳐야 하며, 인식률이 저하되고 오류 발생 가능성이 높으며 다수의 심벌들을 연속적으로 배치하기 위해 넓은 공간을 필요로 하게 된다. 이러한 문제를 보완하기 위해서는 각 심벌 당 포함하고 있는 데이터 량을 줄여야 하는 모순이 발생한다.

2.3. 컬러 코드

컬러 코드는 흑백으로 표현된 2차원 이미지 코드 셀에 컬러 정보를 추가해 차원을 확대한 것이다. 따라서 3차원 이미지 코드라 할 수 있다. 1999년 연세 대학교에서 개발한 2D 이미지 코드로서 범용 장비인 웹 카메라, 스캐너, 카메라 폰 등에서 인식되며 컬러를 이용한 코드 영역과 기존의 2차원 이미지 코드에 비해 향상된 디자인을 가지고 있다[4]. 컬러 코드는 직접 매핑을 통해 아스키(ASCII) 문자를 표현하는 DCM(Direct Colorcode Model)과 인식기기 성능 요구도의 제약을 줄이기 위해 데이터의 인덱스 정보만을 담아 사용하는 ICM(Indirect Colorcode Model) 이렇게 두 가지로 나뉜다.[4] 색상의 종류는 그 데이터 셀에 포함된 내용과 인식 장비에 따라 달라지는데 인덱스형 컬러코드의 경우 1개의 컬러 셀은 2비트를 표현하며, 이를 위해 R, G, B, K(Red, Green, Blue, Black) 네 가지 색상을 사용한다. 컬러 코드의 경우 2차원 이미지 코드 심벌 내 셀이 가지는 데이터 량을 컬러로 확장할 수 있기 때문에 같은 크기의 셀을 갖는 컬러 코드는 흑백으로 표현된 기존 2차원 이미지 코드보다 단일 심벌 자체에 포함할 수 있는 데이터 량 면에서 월등히 우위를 보일 수 있다.

그러나 컬러 코드의 경우 그 특징이자 장점인 컬러 셀로 인해 카메라 특성에 따른 변이, 조명에 의한 변이, 인쇄 매체나 장치에 따른 변이, 입력된 이미지의 변이 등으로 특정 크기 이하에서는 범용 장비로 컬러 정보를 정확하게 판독하는 것이 쉽지 않다. 따라서 실제 사용에 있어 컬러 코드는 단일 심벌 내에서 일반적으로 25개 정도의 셀을 사용하고 있으며, 이 경우 4bytes의 정보를 포함할 수 있다. 이는 실질적으로 웹페이지 URL 정보를 코드 내에 포함하여 해당 사이트로 연결해 주는 역할에 적합하다. 이러한 이유에서 컬러 코드는 일반적으로 ICM의 형태로 사용된다. 이 역시 온라인 기반 네트워크 사용을 수반해야 한다. 이에 기존 2차원 이미지 코드와 컬러 코드를 멀티레이어의 형태로 합성하여 좀 더 많은 데이터를 코드 심벌

내에 포함하려는 연구도 있었다.[5]

3. 모션 코드(Motion Code)

기존의 이미지 코드가 표현할 수 있는 정보량은 극히 제한되어 있다. 따라서 기존의 이미지 코드는 오프라인 기반 네트워크만을 활용하는 경우 소량의 정보만을 포함하거나, 온라인 기반 네트워크를 활용하는 경우 인덱스 키 정보나 웹사이트 주소 등의 기본 정보를 코드 내에 포함하고 이를 근거로 갱신 가능한 대량의 정보를 포함하고 있는 데이터베이스나 웹페이지 등으로 연결을 유도하는 온라인 코드의 형태로 이용되고 있다. 그러나 이러한 온라인 코드로의 활용은 인식 장비의 온라인 기반 네트워크 연결을 요구한다. 온라인 연결이 어렵거나 지원되지 않는 경우 혹은 서버와의 교신이 많은 비용을 요구하는 경우 오프라인 코드는 그 자체에 좀 더 많은 정보를 포함해 자체적으로 충분한 데이터를 전송해야 할 필요가 있다.

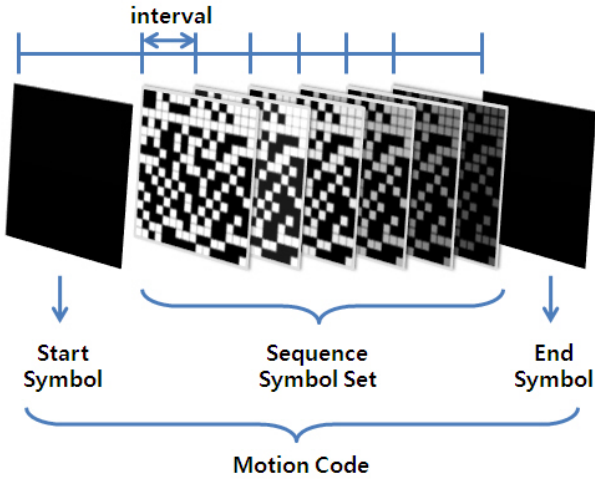
본 논문에서는 객체들과의 데이터 통신을 위해 오프라인 태그 인터페이스로 이미지 코드를 사용하는 경우, 송신 측의 디스플레이 장치와 수신 측의 카메라 장비만을 이용해 기존의 이미지 코드보다 좀 더 많은 정보를 코드 내에 포함하여 온라인 접속 없이 오프라인 코드 자체만으로 많은 데이터를 전송할 수 있는 방법으로 모션 코드를 제안한다.

모션 코드는 특정한 시간 동안 일정한 간격(interval)을 두고 변화하는 순차적 2차원 이미지 코드들의 집합이다. 시간의 흐름에 따라 2차원 이미지 코드 심벌들이 순차적으로 일정한 간격을 두고 교체되어 변화하는 동적 코드이다.

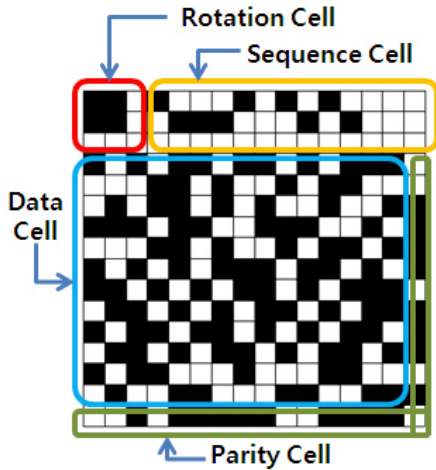
3.1. 모션 코드의 구조

모션 코드는 시작 심벌(start symbol), 시퀀스 심벌 집합(sequence symbol set), 종료 심벌(end symbol)로 구성되어 있다. 시작 심벌과 종료 심벌은 사용자에게 모션 코드의 시작과 종료를 알려주며, 시퀀스 심벌 집합은 순차적으로 일정한 시간 간격을 두고 교체되어 표시(display)되는 2차원 이미지 코드 심벌들의 집합이다. 시퀀스 심벌 집합은 실제 데이터를 포함한다.

시퀀스 심벌들 중 각 개별 심벌은 모션 코드의 회전 정보를 확인하기 위한 로테이션 셀(rotation cell), 시퀀스 순서를 나타내는 시퀀스 셀(sequence cell), 실제 데이터를 포함하고 있는 데이터 셀(data cell), 그리고 모션 코드의 오류 정보를 확인하기 위한 패리티 셀(parity cell)로 구성된다. (그림 1)은 모션 코드의 구조를 보여주고 있다. 모션 코드 시퀀스 심벌의 구조는 (그림 2)와 같다. 모션 코드의 데이터 셀을 제외한 나머지 부분을 모션 코드의 프레임(frame)이라 한다.



(그림 1) 모션 코드의 구조



(그림 2) 모션 코드 시퀀스 심벌의 구조

3.2. 모션 코드의 생성

2진 데이터 형태(binary data type)로 전환할 수 있는 데이터라면, 모션 코드는 생성 시 전송하려는 원본 데이터 종류에 제약을 받지 않는다. 모션 코드를 통해 전송하기 위한 데이터를 2진 데이터 형태로 전환한 뒤, 압축 알고리즘을 이용해 최적화해서 연속된 2진 데이터 열을 만들고 이것을 단위 시퀀스 심벌 사이즈에 맞게 순차적으로 1과 0을 의미하는 흑백의 사각형 셀들의 집합으로 나누어 생성한다. 이에 프레임 부분을 더해 모션 코드를 완성한다.

3.3. 모션 코드의 인식

모션 코드는 특정 시간 동안 일정한 시간 간격을 두고 순차적으로 교체되는 시퀀스 단위 심벌들을 반복적으로 표현할 수 있는 디스플레이 장치를 이용해 표시된다. 모션 코드는 반복적으로 재생되는데, 일정한 시간 간격을 두고 초당 n 개($n \in \mathbb{N}$, $n \geq 1$)의 시퀀스 단위 심벌들을 교체하여 디스플레이 한다. 사용자는 카메라의 연사 기능 혹은 동영상 기능을 이용해 모션 코드의 시작 심벌과 종료 심벌이

각 1회씩 나타날 때까지 초당 S ($n < S < 2n$)개의 프레임으로 모션 코드를 촬영해야 한다. 획득한 영상으로부터 시작 심벌과 종료 심벌 이미지를 찾고 그 사이에 위치한 모션 코드의 시퀀스 단위 심벌 이미지들을 추출한다. 로테이션 셀을 이용해 이미지를 분석할 수 있는 상태로 정규화하고 시퀀스 셀 정보를 이용해 중복된 이미지는 즉시 제거한다. 모션 코드의 시퀀스 단위 심벌들이 순차적으로 모두 확보되었는지 확인하고, 패리티 셀 정보를 이용해 오류 여부를 확인하면서 2진 데이터 형태로 각 심벌마다 나누어 표현된 데이터들을 하나의 데이터 열로 추출한다. 다음으로 모션 코드 생성 시 사용했던 압축 알고리즘을 이용해 이를 디코딩(decoding) 하고, 2진 데이터를 원래의 데이터 형태로 전환하여 전송을 완료한다.

3.4. 모션 코드의 표현 정보량

모션 코드는 단위 심벌의 데이터 셀의 수를 m , 전송 시 매 초 당 교체되어 변화하는 시퀀스 단위 심벌의 수를 n , 시퀀스 심벌 집합이 모두 전송되는 데 걸리는 시간을 T 라 할 때, $m \times n \times T$ bits의 데이터를 전송할 수 있다. 시퀀스 단위 심벌의 데이터 셀을 25×25 형태로 구성하고 초당 4개의 단위 심벌을 10초 간 전송할 경우 바이너리 형태로 3125 Bytes의 데이터를 전송할 수 있다.

4. 결론

온라인 기반 네트워크로의 접속 없이 객체들과의 데이터 통신을 위해 이미지 코드를 사용하는 경우, 오프라인 코드 자체만으로 좀 더 많은 데이터를 전송할 수 있는 방법으로 모션 코드를 제시했다. 모션 코드의 특성 상 영상 디스플레이 장치나 LED 집합으로 구성된 디스플레이 장치를 필요로 한다는 조건은 전제되어야 한다. 그러나 코드가 물리적 왜곡이나 변형에 강인하고, 송신부측에 컴퓨팅 장치를 구비하고 있는 경우 객체 스스로가 능동적으로 변화하는 시간과 공간에 따라 데이터를 재생산하고 모션 코드와 디스플레이 장치를 이용해 재전송 할 수도 있다. 무엇보다 모션 코드는 온라인 접속 없이 오프라인 코드만으로 다양한 형태의 다량의 데이터를 전송할 수 있다.

참고문헌

[1] Finkenzeller K., RFID HANDBOOK, 2nd Ed., Wiley, 2003.
 [2] Rekimoto J., Ayatsuka Y., "CyberCode: Designing Augmented Reality Environments with Visual Tags", Proc. of DARE 2000 on Designing augmented reality environments, 1-10, 2000.
 [3] 정창덕, "QR 신사업 아이템 50가지", 내하출판사, 2011
 [4] Colorcode, <http://www.colorzip.com>
 [5] 김의재, "보안 및 기능 향상을 위한 멀티 레이어 이미지 코드 인터페이스의 설계 및 구현", 연세대학교 컴퓨터-산업시스템 공학 석사학위 논문, 2004.