

모션코드를 위한 부가적 시각 정보 포함 방법

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

A Method of Containing Additional Visual Information in Motioncode

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

요 약

유비쿼터스 네트워크 환경에서, 객체들 간의 통신은 매우 중요하다. 이 과정은 더 많은 정보의 전달을 위해 온라인 네트워크 상에서 수행되는 것이 일반적이다. 반면, 오프라인 네트워크 상에서의 데이터 통신의 경우 객체들 사이에 극히 적은 양의 정보 전송만이 가능한 것이 현실이다. 현재로서는 기존에 제시되었던 태그 인터페이스들을 활용하는 것이 비록 극소량이라 하더라도 오프라인 네트워크 상에서 객체들 사이에 데이터를 전송할 수 있는 거의 유일한 방법이다. 기존의 태그 인터페이스들 중 2차원 이미지 코드로서 QR 코드는 태그 심벌 자체에 삽입하는 형태로 직관적 시각 정보를 부가적으로 포함할 수 있다. 그러나 물리적 공간의 제약과 오류 복원 능력의 한계로 인해 태그 내부에 부가적 시각 정보를 삽입하는 경우 그 표현은 극히 제한적이다. 모션코드는 오프라인 네트워크 상에서 객체들 사이에 더 많은 정보를 전달하기 위해 더 많은 데이터를 포함할 수 있도록 제안된 새로운 동적 태그 인터페이스이다. 본 논문에서는 모션코드에 모션코드 자체의 왜곡 없이 다양한 형태의 부가적 시각 정보를 포함할 수 있는 방법과 조건을 제안한다.

1. 서론

유비쿼터스 네트워크 시스템(ubiquitous network system)에서, 각각의 객체(object)들은 주변의 다양한 정보를 수집하고 서로 다른 객체들과 그 정보를 교환한다. 이러한 프로세스(process)들을 통해 각 객체들은 효과적으로 적절한 서비스를 주고 받을 수 있다. 이 과정에서 보다 더 많은 양의 정보를 좀 더 빠르게 전송하기 위해 객체들은 보편적으로 온라인 네트워크를 이용한다[1]. 반면 온라인 네트워크의 지원이 배제된 오프라인 네트워크 상에서 기존에 제안된 방법들로는 객체들 사이에 극히 소량의 정보 전달만이 가능하다[2].

오프라인 네트워크 상에서 객체들 사이에 이러한 소량의 정보라도 전달하기 위해 일정량의 데이터를 포함할 수 있는 가장 대표적인 솔루션은 태그 인터페이스 시스템이다. 특히 2차원 태그 인터페이스들 중 하나로서 QR 코드는 태그 심벌 자체에 이미지의 형태로 직관적 시각 정보를 부가적으로도 포함할 수 있다[3].

태그 인터페이스(tag interface)에서 부가적 시각 정보는 태그 심벌의 특정 영역에 이미지의 형태로 삽입되어 태그 자체가 포함하고 있는 본연의 데이터 전송 프로세스와는 별도로 부가적으로 전달 되는 직관적 시각 정보를 의미한다. 그러나 이 방법은 필연적으로 태그 인터페이스 데이터 셀(data cell)의 훼손

과 손상을 동반한다. 그러므로 QR 코드의 경우 오류 복원 능력의 한계와 물리적 공간 제약에 의해 실제 사용에 있어서는 극히 제한적으로 적용되고 있다. 태그의 외부 영역만을 이용해 부가적 시각 정보를 삽입하는 것은 태그 인터페이스 자체와 무관한 영역에서의 문제이고 따라서 모든 태그 인터페이스에서 태그와 관계 없이 그 표현도 자유롭기 때문에 제외한다.

모션코드(Motioncode)는 오프라인 네트워크 상에서 카메라와 디스플레이 장치를 사용해 온라인 네트워크의 지원 없이 기존의 태그 인터페이스들보다 훨씬 더 많은 정보를 포함하고 더 많은 데이터를 전송하기 위해 설계된 3차원 동적 이미지 코드이다[5]. 모션코드에도 역시 부가적 시각 정보를 삽입할 수 있다. 본 논문에서는 모션코드에 코드 자체의 훼손 없이 다양한 형태의 부가적 시각 정보를 포함할 수 있는 방법과 그 조건을 제안한다.

2. QR 코드에서의 부가적 시각 정보

QR 코드는 태그의 특정 영역에 부가적 시각 정보를 덮어 쓰기 형태로 삽입하여 포함한다. 이러한 과정은 필연적으로 QR 코드 데이터 셀의 부분적 손상을 동반한다. QR 코드는 고유의 오류 복원 기능을 구조적으로 내포하고 있는데, 그 오류 복원 능력이 태그 심벌 자체에 부가적 시각 정보를 삽입하는 과정에서 수반되는 훼손으로부터 태그가 본연적으로 포함하고 있는

데이터의 왜곡 및 손실을 방지해 주는 역할을 한다 [3][4]. <표 1>은 버전, 즉 태그에 포함할 수 있는 데이터 양에 따른 QR 코드의 오류 복원 능력을 보여 준다[3].

<표 1> 버전에 따른 QR 코드의 오류 복원 능력

Ver.	Cells	Error Fix Level	Data (bits)	Binary
2	25×25	L	272	32
		M	224	26
		Q	176	20
		H	128	14
27	125×125	L	11,744	1,465
		M	9,024	1,125
		Q	6,464	805
		H	5,024	625
40	177×177	L	23,648	2,953
		M	18,672	2,331
		Q	13,328	1,663
		H	10,208	1,273

- 레벨 L : 코드 워드의 약 7% 복원 가능
- 레벨 M : 코드 워드의 약 15% 복원 가능
- 레벨 Q : 코드 워드의 약 25% 복원 가능
- 레벨 H : 코드 워드의 약 30% 복원 가능

일반적으로 QR 코드의 부가적 시각 정보는 태그 심벌의 중간 부분에 위치하고, 그 크기는 태그 심벌의 약 1/3 정도이다. (그림 1)은 부가적 시각 정보를 포함하고 있는 QR 코드의 몇 가지 사례를 보여준다.

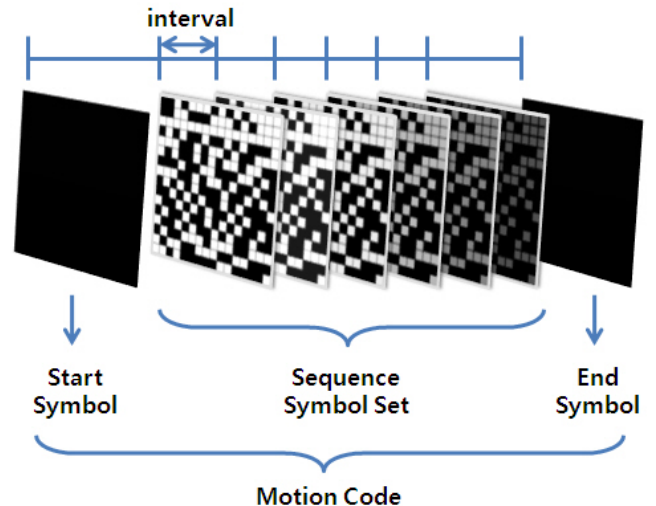


(그림 1) QR 코드에서의 부가적 시각 정보 사례

기본적으로 오류 복원 능력이 있는 QR 코드와 같은 태그 인터페이스는 태그 심벌 자체에 부가적 시각 정보를 이러한 방법으로 포함할 수 있다. 이는 태그 심벌 내에 본래 전달하고자 하는 데이터를 포함하고 전송함과 동시에 그와는 별도로 직관적으로 이해할 수 있는 이미지 형태의 또 다른 시각적 이미지 정보를 추가로 포함하고 전달할 수 있다는 장점을 갖는다. 그러나 이 방법은 구조적으로 태그 인터페이스 데이터 셀의 부분적 훼손과 손실을 반드시 동반한다. 그러므로 이 경우 해당 태그 인터페이스의 오류 복원 능력에 의해 부가적 시각 정보의 표현 범위는 절대적 제한을 받게 된다. 이러한 이유로 실제적 적용에 있어, QR 코드의 부가적 시각 정보는 버전에 따른 오류 복원 능력과 물리적 공간 제약에 의해 극히 제한적으로 활용되고 있다.

3. 모션코드(Motioncode)

오프라인 네트워크 상에서 태그 인터페이스를 사용하여 더 많은 정보를 객체들 사이에 전송하기 위해서는 태그 심벌 자체가 많은 데이터를 포함할 수 있어야 한다. 이러한 관점에서 모션 코드는 카메라와 디스플레이 장치만을 사용하여 온라인 네트워크의 지원 없이 오프라인 네트워크 상에서 기존에 제안된 태그 인터페이스들로 할 수 있었던 것보다 객체들 사이에 더 많은 정보를 전달하기 위해 훨씬 더 많은 데이터를 순차 단위 심벌들에 포함할 수 있도록 설계된 3차원 동적 태그 인터페이스이다[5]. 모션코드는 시작 심벌과 종료 심벌을 포함하는 2차원 이미지 코드들의 순차적 집합이며, 특정 시간에 걸쳐 일정한 간격을 두고 정해진 순서에 따라 2차원 이미지 코드들을 순차적으로 교체하여 디스플레이 한다. 모션코드 M은 $\{S_s, S_e, S_i, F_s\}$ 로 구성되어 있다. S_s 는 시작 심벌, S_e 는 종료 심벌, $S_i = \{S_i | i \in \mathbb{N}\}$ 이고 즉 순서가 있는 순차 단위 심벌들의 집합이다. F_s 는 1초 동안 교체되어 디스플레이 되는 모션코드의 순차 단위 심벌 수이다. (그림 2)는 모션코드의 구조를 나타낸다.



(그림 2) 모션코드의 구조

4. 모션코드를 위한 부가적 시각 정보 포함 방법

모션코드 시스템에서 모션코드는 디스플레이 장치에 1 회 이상 재생 된다. 각각의 재생 사이 즉 모션코드 시작 심벌의 앞부분과 종료 심벌의 뒷부분에는 시간적 공간이 존재 한다. 모션코드를 위한 부가적 시각 정보 포함 방법은 이 시간적 공간을 활용한다. 이것을 모션코드의 가용 시간 공간(time period available)이라 한다[5]. 이 가용 시간 공간 $T_i(i \geq 0, i \in \mathbb{Z})$ 는 $T_i \in M^C$ 의 조건을 만족한다. 따라서 모션코드에서 가용 시간 공간을 활용하는 것은 모션코드 자체에 훼손이나 왜곡 등의 어떠한 손상이나 데이터 손실도 초래하지 않는다.

모션코드가 1 회 재생되는 경우 모션코드의 가용 시간 공간은 시작 심벌의 앞과 종료 심벌의 뒤에 2 부분에 형성될 수 있다. 모션코드가 2 회 이상 재생되는 경우, 처음 재생되는 모션코드의 시작 심벌 앞, 각 모션코드의 재생 사이, 그리고 마지막 재생되는 모션코드의 종료 심벌 뒤에 위치하는 시간을 가용 시간 공간으로 활용할 수 있다.(그림 3)은 모션코드의 재생에서 가용 시간 공간의 위치를 나타낸다.



(그림 3) 모션코드의 재생에서 가용 시간 공간 위치

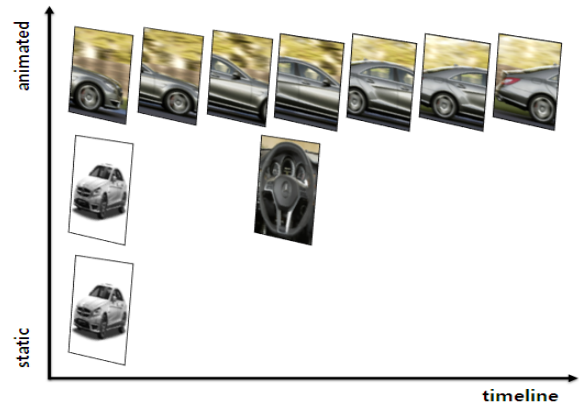
이 가용 시간 공간의 크기는 고정적인 것이 아니다. 따라서 목적과 필요에 의해 가변적으로 변형하여 활용될 수 있다. 서로 다른 각 가용 시간 공간의 크기가 같아야 할 필요도 없다.

모션코드의 가용 시간 공간은 다양한 목적을 위해 활용될 수 있다. 모션코드의 부가적 시각 정보를 포함하는 용도로 이용할 경우, 각 가용 시간 공간에 포함되는 이미지 수에 따라 부가적 시각 정보의 형태를 다양하게 조절할 수 있다. 특정 가용 시간 공간에 부가적 시각 정보 표현을 위해 1 개의 이미지가 삽입될 경우 정적인(static) 부가적 시각 정보 전달이 가능하다. n 개($n \geq 2, n \in \mathbb{N}$)의 이미지가 삽입될 경우 셀 애니메이션에서와 같은 동적인(dynamic) 부가적 시각 정보 전달이 가능하다. 동적인 부가적 시각 정보는 서로 다른 다수의 이미지 정보를 일정 시간 간격을 두고 단순 교체하는 것으로 구성될 수도 있고, 서로 연결되어 움직이는 동영상의 형태로 구성될 수도 있다.(그림 4)는 모션코드의 가용 시간 공간을 활용해 표현할 수 있는 부가적 시각 정보의 다양한 형태를 보여준다[5].

5. 부가적 시각 정보의 해상도

모션코드의 안정적인 정보 전송을 위해 대상 오브

젝트는 카메라가 장착된 디바이스를 사용하여 디스플레이 장치를 통해 재생되고 있는 모션코드를 동영상의 형태로 촬영하는 과정에서 모션코드 재생 영역에 자연스럽게 집중하게 된다. 따라서 기본적으로 모션코드에서 부가적 시각 정보 표현을 위해 사용되는 이미지의 크기는 모션코드를 구성하는 단위 심벌의 크기를 넘지 않도록 한다. 이 때, 부가적 시각 정보 표현을 위해 가용 시간 공간에 삽입되는 각 이미지들은 내포하는 의미를 직관적으로 전달할 수 있도록 최소한의 해상도를 가져야 한다.



(그림 4) 모션코드 부가적 시각 정보의 다양한 형태

이에 20~30 대 남녀 20 명을 대상으로, 실제 상업적 목적으로 사용된 서로 다른 정지 영상 및 동영상 광고들로부터 스틸 이미지 10 장을 임의로 캡처(capture)하여 서로 다른 해상도에서 직관적 이해 여부의 변화를 관찰하였다. 픽셀(pixel) 단위 320×320 사이즈 이상으로 캡처한 10 장의 각 이미지들을 16×16 , 32×32 , 48×48 , 64×64 , 96×96 , 128×128 , 그리고 256×256 , 총 7 개의 해상도로 축소 변환하여 총 70 개의 이미지에 대한 반응을 관찰 하였다. 해상도 축소로 인한 이미지 크기의 축소는 보간법 등을 이용하여 확대 보정하지 않고 그대로 사용 하였다. 실험은 각 7 개의 해상도로 구성된 서로 다른 10 종의 이미지들에 대해 낮은 해상도부터 해상도를 높여가며 차례로 스마트폰 디스플레이 장치를 통해 피실험자들에게 보여주는 방식으로 진행 하였으며, 이미지가 나타내는 의미를 직관적으로 이해할 수 있으면 1, 그 의미가 모호하다면 0, 의미를 직관적으로 이해할 수 없을 때에는 -1 값을 표기하도록 하였다. (그림 5)는 이미지 해상도에 따른 직관적 이해 가능 여부 관찰에 사용된 이미지 세트(set)의 예를 보여준다.

20~30 대 남녀 각 10 명, 총 20 명을 대상으로 한 실험을 통해 수집한 데이터를 해상도에 따라 합산하여 누적 정리한 결과는 <표 2>와 같다.

실험 결과를 통해 이미지가 최소 96×96 이상의 해상도를 가질 때 그 의미가 피험자 모두에게 직관적으로 잘 전달될 수 있었음을 확인할 수 있었다. 따라서 모션코드의 부가적 시각 정보 표현을 위해 삽입되는 이미지 역시, 시각 정보 전달의 목적을 효과적으로 수행하기 위해 96×96 이상의 해상도를 갖는 것이 좋

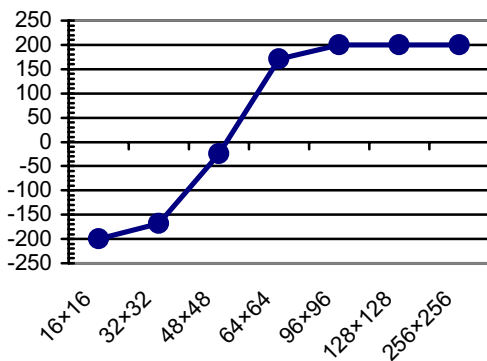
다.

이 때, 모션코드는 4 개의 픽셀로 1 개의 셀을 구성할 경우 모션코드의 프레임을 포함하여 2,304 개 이상의 셀을 포함할 수 있다.



(그림 5) 해상도에 따른 직관적 이해 가능 여부 실험에 사용된 이미지 세트의 예

<표 2> 이미지 해상도에 따른 직관적 이해 측정 결과



6. 결론

본 논문에서는 모션코드 자체의 훼손 없이 가용 시간 공간을 활용하여 다양한 형태의 부가적 시각 정보를 포함할 수 있는 방법을 제안하였다. 또한 부가적 시각 정보 표현을 위해 사용되는 이미지가 그 직관적 의미를 효과적으로 전달하기 위해 가져야 하는 최소 해상도가 무엇인지 실험을 통해 제시하였다. 다양한 매체에 인쇄 하는 형태로 사용할 수는 없으나, 분명 모션코드는 카메라와 디스플레이 장치를 이용하여 오

프라인 환경에서 객체들 사이에 기존에 제안된 어떤 태그 인터페이스 보다 많은 양의 정보를 포함하고 전송할 수 있다. 모션코드에 제안된 부가적 시각 정보 포함 방법을 더하여 활용한다면 실제 사용에서 모션코드가 포함하는 정보의 종류와 양을 배가하는 데에 긍정적인 역할을 할 것이다. 여기에 직관적 의미 전달이 효과적으로 가능한 텍스트의 최소 해상도에 대한 연구와 이미지의 직관적 의미 전달에 필요한 디스플레이 최소 지속 시간에 대한 연구가 추가로 병행되어야 한다.

참고문헌

- [1] Rekimoto J., Ayatsuka Y., "CyberCode: Designing Augmented Reality Environments with Visual Tags", Proc. of DARE 2000 on Designing augmented reality environments, 1-10, 2000.
- [2] Kato H., Tan K. T., and Chai D., Barcodes for Mobile Devices, Cambridge, 2010.
- [3] 정창덕, "QR 신사업 아이템 50 가지", 내하출판사, 2011.
- [4] Roebuck K., Qr code: High-impact Strategies - What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors, Tebbo, 2011.
- [5] Park Hyungkun, Lee Yillbyung, "A Method for Transferring More Information Between Objects on Offline Network", ICOIN 2012, pp.472-477, 2012.