

무선 RSSI 신호 기반의 AR 콘텐츠 초고속 재생에 관한 연구

김구¹, 김진우¹, 하연철^{1*}

¹부산대학교 선박해양플랜트기술연구원

A Study on High Speed Playback of AR Contents based on Beacon RSSI Signals

Goo Kim,¹ Jin-Woo Kim¹, Yeon-Chul Ha^{1*}

¹The Korea Ship and Offshore Research Institute, Pusan National University

요약 클라이언트-서버 방식 기반의 기존 물리적 마커(예를 들면, QR 코드 등)를 이용한 AR 서비스는 마커 인식 후 콘텐츠 다운로드가 실행됨으로써 콘텐츠의 전체 재생 시간 지연 발생을 초래한다. 클라이언트-서버 방식이 아닌 1회성 설치 및 재생 방식의 경우 재생을 위한 고용량 콘텐츠를 선제적으로 다운로드함으로써 재생장치(예를 들면, 스마트폰 등) 저장 공간의 비효율성 문제를 야기하기도 한다. 따라서 본 연구에서는 재생장치 저장 공간 절약에 따른 효율성 확보 및 AR 콘텐츠의 빠른 재생을 위해 클라이언트-서버 방식과 비콘 무선신호세기 기반의 AR 콘텐츠 초고속 재생을 위한 연구에 대해 소개하고자 한다. 본 연구에서 적용된 초고속 재생을 위한 기법은 비콘 신호를 이용한 MICE 전시 등의 다양한 분야에도 널리 적용 가능할 것으로 사료된다.

• 주제어 : 비콘, 수신신호세기, 증강현실, 콘텐츠, 초고속 재생

Abstract AR service using the client-server method and existing physical markers(eg, QR Codes, etc.) causes a delay in the playback time of the contents because the contents download is executed after the marker recognition. In the case of the one-time installation method rather than the client-server method, proactive download of high-capacity contents for playback may cause an inefficiency of the storage space of the device(eg, smartphone, etc.). Therefore, in AR contents playback based on beacon's RSSI to secure the efficiency of the playback device storage space and to quickly play AR contents. The technique for high-speed playback in this study can be applied to various fields such as MICE exhibition using beacon signal.

• Key Words : Beacon, RSSI, Augmented reality, Contents, High-speed playback

Received 07 April 2020, Revised 25 May 2020, Accepted 20 June 2020

* Corresponding Author Yeon-Chul Ha, The Korea ship and Offshore Research Institute, Pusan National University, 2, Busandaehak-ro, 63beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, Korea. E-mail: ycha@pusan.ac.k

I. 서론

AR(Augmented Reality)은 실제 공간에서 컴퓨터로 만들어 놓은 가상의 객체를 이용하여 사람이 실제와 같은 체험을 할 수 있도록 하는 최첨단 기술을 말하며, 이 기술은 실제 사물이나 공간위에 가상으로 만들어진 3D 오브젝트를 함께 제공하여 사용자의 현실 세계에서 가상의 물체나 이미지들을 겹쳐 보여주는 기술이다[1]. AR을 재생하기 위해서는 스마트폰과 같은 디바이스가 필요하며, 콘텐츠 또는 오브젝트의 제공을 위한 서버가 필요하다. 그리고 QR코드 등의 AR재생 공간 및 위치를 알려줄 2D 마커가 필요하다.

AR 재생을 위한 방법으로는 크게 클라이언트(스마트폰)-서버(콘텐츠 서버)방식과 1회성 스마트폰 앱 다운로드 방식으로 나눌 수 있다. 클라이언트-서버 방식은 마커의 인식 후 콘텐츠의 다운로드를 실시/재생해 줌으로써 스마트폰의 저장 공간 절약 측면에서는 좋으나 콘텐츠의 빠른 재생에는 비효율적이다. 1회성 스마트폰 앱 다운로드의 경우, 콘텐츠의 빠른 재생에는 오히려 효과적인 수 있으나, 저장 공간을 많이 차지한다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 비콘의 RSSI(Received Signal Strength Indicator, 수신신호세기)를 활용하여 스마트폰의 저장량 저장 공간 사용을 지양하면서 콘텐츠나 3D 오브젝트의 빠른 재생을 지원하는 연구에 관해 제안하려고 한다.

본 논문의 제2장에서는 마커 기반 증강현실 등과 관련한 연구내용을 소개하고, 제3장에서는 AR 콘텐츠 재생 방식 차이 및 비콘의 수신신호세기를 활용한 초고속 재생을 위한 기법을 소개한다. 그리고 그 기법에 따른 AR 콘텐츠 재생을 위한 서비스 앱 구현 후 테스트 및 결과 분석을 제4장을 통해 제시하고 있다. 끝으로, 제5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1 마커 기반 증강현실 재생

마커는 컴퓨터 비전 기술로 인식하기 용이한 입체의 물체를 의미하며, 주로 검정색 바탕의 특이한 색상이나 문양 또는 기하학적인 형태나 3차원 객체 등을 말한다. 대표적인 예로 QR코드가 있다.

마커 기반 증강현실은 Fig. 1과 같이 디바이스의 카메라로부터 입력된 사각형 형태의 마커 이미지를 인식하고 마커의 외곽모양을 통해 기울어진 정도를 계산한다. 그리고 계산된 값을 통해 사용자의 자세를 추정하고 사각형 마커 안에 있는 정보에 따라 서비스를 제공해주는 것이다[2].

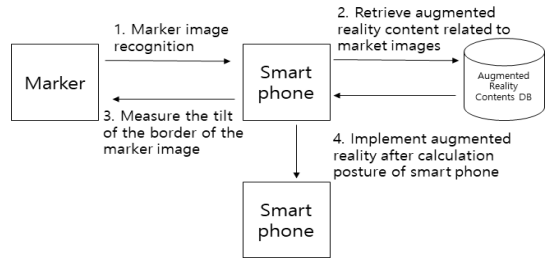


Fig. 1. Marker based augmented reality

2.2 비콘을 활용한 증강현실

QR 코드 등과 같은 마커를 사용하여 가상 객체를 증강할 때는 주변 환경(예를 들면, 날씨, 파손 등)의 영향에 의하여 마커의 인식을 저하 등에 따라 정확하고 안정적인 증강현실을 제공 못할 수도 있다. 이에, 전통적인 2D 마커가 아닌 비접촉 비콘을 이용한 3차원의 공간 및 그에 따른 비콘 ID기반의 3D 무선 마커를 제공함으로써 객체 증강 서비스를 제공할 수 있다[3].

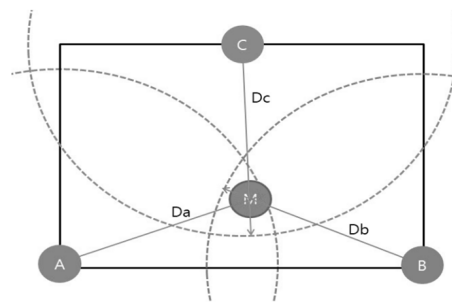


Fig. 2. Principle of triangulation using beacon

Fig. 2는 비콘 ID 기반의 3D 무선 마커 제공을 위한 삼각측량원리이다. A, B, C와 같이 고정된 위치에 비콘을 배치하여 미리 알고 있는 비콘들과의 각각의 거리 값을 3차원 삼각측량법 계산을 이용하여 이동 노드 M의 좌표값을 측정하는 기술이다[4, 5].

III. RSSI 기반의 초고속 재생 기법

2차원의 QR 코드 및 비콘을 이용한 무선 3차원 마커 기반 방식을 이용한 가상객체의 증강에는 마커의 접촉 또는 비접촉 관련한 인식에만 초점을 두고 있다. 그러나 이러한 방법들을 통한 마커의 인식 이후 실제 객체 증강을 위한 콘텐츠의 다운로드 후 디바이스(예를 들면, 스마트폰 등)에서의 재생에 관련해서는 염두에 두고 있지 않다. 다양한 방식에 의해 마커가 제대로 인식 되었다 하더라도 마커 기반의 콘텐츠의 재생이 느리게 된다면 사용자의 서비스 만족도가 저하될 것이다. 따라서 본 장에서는 마커 인식 및 인식 이후 실제 재생을 위한 방식의 비교 및 방식에 따른 콘텐츠의 빠른 재생을 위한 기법에 대하여 설명하도록 한다.

3.1 AR 콘텐츠 재생 방식

다양한 마커(예를 들면, QR, 3D 비콘 등)기반의 AR 콘텐츠 재생 방식을 크게 2가지로 정의하였다. Table 1은 물리적 마커를 기반으로 두 가지 재생 방식의 차이점을 일반적인 사용자 관점에서 정의한 것이다.

1회성 다운로드 방식의 콘텐츠 재생 속도 측면에서는 클라이언트-서버 방식에 비해 콘텐츠가 기 다운로드 되어 있으므로 상대적으로 높다고 할 수 있다. 그러나 앱의 저장 공간 차이나 필요에 의한 콘텐츠의 수정/변경 용이성 측면에서 비효율적이라고 할 수 있다. 이는 1회성 다운로드 방식에서 콘텐츠의 수정/변경은 패키지로 묶인 3D 콘텐츠를 모두 재 다운로드 후 덮어 써야하기 때문이다.

Table 1. Comparison of Content Playback Method

Items	Physical Marker Based	
	1 time download method	Client-Server method
Playback (relative speed)	Fast	Slow
Storage space	Large	Small
Easy to modify / Change content	Bad	Good

3.2 비콘 RSSI 기반의 초고속 재생 방식

3.1절에서 살펴본 사용자 측면의 재생방식 차이에서 1회성 다운로드보다는 클라이언트-서버 방식이 콘텐츠의 재생 속도 부분을 제외한 저장공간 및 콘텐츠 수정/변경 용이성 측면에서 우수하다고 할 수 있다. 따라서 본 장에서는 비콘의 RSSI를 이용하여 클라이언트-서버 방식의 콘텐츠 재생 속도 측면의 취약점을 해결하기 위한 기법을 제안한다.

Major ID, Minor ID 외 다양한 정보 등을 실시간 Advertising하는 비콘의 수신신호 세기 정보를 활용하여[6] 피 서비스를 위한 스마트폰과 물리적 위치에 부착된 비콘 간 거리를 알 수 있다. 이는 AR 3D 콘텐츠의 재생을 위한 공간에 서비스를 받기위해 스마트폰이 접근한다는 것을 예측할 수 있고, 재생 공간에 접근 전 해당 3D 콘텐츠의 선제적 다운로드를 가능하게 한다. 따라서, 서비스 공간 도달과 동시에 QR 코드 등의 마커 인식 후 콘텐츠 다운로드를 위한 시간 소모 없이 콘텐츠를 즉시 초고속 재생할 수 있는 것이다.

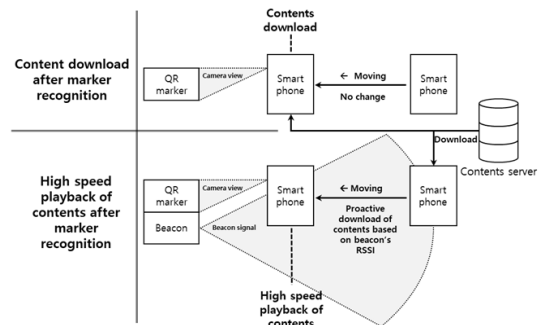


Fig. 3. High speed playback of content based on beacon's RSSI

Fig. 3은 비콘의 수신신호세기를 기반으로 하여 스마트폰이 해당 콘텐츠 재생을 위한 위치로 접근할 것을 예측한 후 선제적 다운로드를 실시하여 마커 인식 후 즉시 초고속 재생을 실시하는 서비스 시나리오이다. 일반적인 마커 인식 후 다운로드 실시 및 콘텐츠 재생 방식에 비해 다운로드를 기다려야하는 시간 자체가 필요 없으므로 콘텐츠를 빠르게 재생할 수 있음을 알 수 있다.

IV. 테스트 및 결과 분석

4.1 테스트 환경

마커 인식만을 통한 재생과 수신신호세기 기반의 선제적 다운로드 후 재생을 위한 테스트 환경은 Fig. 4의 좌, 우와 같다. Fig. 4의 우측은 수신신호세기의 활용을 위해 비콘을 마커와 같은 위치에 설치하였다.

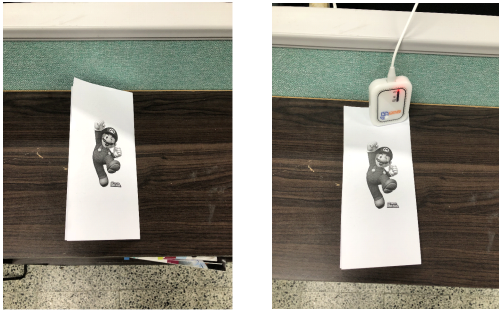


Fig. 4. Markers and beacons for testing

Fig. 5는 두 가지 방식의 테스트를 위한 데모용 앱이다. 하나의 패키지에 두 가지 케이스를 선택하여 테스트할 수 있도록 구현하였다[7].

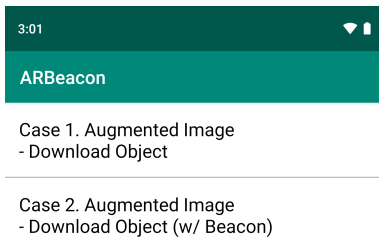


Fig. 5. Demo Application for testing

Case 1.은 마커 인식 후 콘텐츠 다운로드 및 재생용이고, Case 2.는 수신신호세기 기반의 콘텐츠 선제적 다운로드 후 마커 인식 및 재생하도록 하는 기능을 가진다.

4.2 Case별 테스트 수행 및 결과

Fig. 6은 데모용 앱의 Case 1의 실행 후 오직 마커

만을 사용해 콘텐츠를 재생시킨 결과이다. 마커 이미지를 획득한 절대시간과 다운로드 및 렌더링 후 재생까지의 랩타임을 확인한 결과 7,392ms가 소요되는 것을 확인할 수 있었다.



Fig. 6. Case 1 execution result

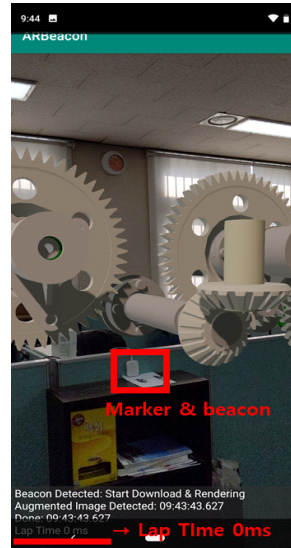


Fig. 7. Case 2 execution result

Fig. 7은 Case 2의 실행결과이며, AR 콘텐츠의 선제적 다운로드 구간은 수신신호세기 -70dBm 이상으로 설정하였다. 즉, -70dBm 이상의 신호세기 구간에 스마

트폰이 들어오게 되면 콘텐츠의 선제적 다운로드를 실시하는 것이며, 이후 마커 인식 즉시 초고속 재생을 한다는 것을 확인할 수 있었다. 마커 인식 후 콘텐츠 재생까지 소요된 랩타임은 0ms이다.

Table 2는 8회에 걸쳐 실시한 Case 1에 대한 테스트 결과이고, Table 3은 Case 2에 대한 테스트 결과이다. 다양한 다른 용량의 AR 3D 콘텐츠를 바꾸어 테스트를 실시하여도 수신신호세기 기반 콘텐츠의 선제적 다운로드를 실시하는 Case 2의 경우가 초고속 재생을 지원하는 것을 확인할 수 있었다.

Table 2. Results of 8 times on case 1

No.	Date	Marker recognition	Object loading	Lap Time (ms)
1	23-Aug	17:29:30.080	17:29:36.779	6699
2	26-Aug	09:39:17.807	09:39:25.494	7687
3	26-Aug	09:40:46.662	09:40:54.037	7375
4	26-Aug	09:42:46.776	09:42:54.168	7392
5	26-Aug	09:44:50.161	09:45:02.348	12187
6	26-Aug	09:47:25.161	09:47:32.173	7012
7	26-Aug	09:51:38.383	09:51:45.597	7214
8	26-Aug	10:15:23.089	10:15:29.781	6692

Table 3. Results of 8 times on case 2

No.	Date	Marker recognition	Object loading	Lap Time (ms)
1	23-Aug	17:52:02.963	17:52:02.963	0
2	26-Aug	09:40:07.457	09:40:07.457	0
3	26-Aug	09:41:34.549	09:41:34.550	1
4	26-Aug	09:43:43.627	09:43:43.627	0
5	26-Aug	09:45:52.065	09:45:52.066	1
6	26-Aug	09:48:34.927	09:48:34.927	0
7	26-Aug	09:53:24.728	09:53:24.728	0
8	26-Aug	10:17:15.432	10:17:15.433	1

4.3 테스트 결과 분석

Table 4에 테스트 결과를 비교, 분석하였다. 1회성 다운로드 방식은 재생 속도 측면에서 효율적이지만 콘텐츠 수정/변경 시 대용량 데이터 업데이트(다운로드)가 필요하므로 시간 및 저장 공간적으로 비효율적이며,

클라이언트-서버 방식은 물리적 마커 인식 이후 해당 콘텐츠의 다운로드로 인해 콘텐츠 재생 속도가 상대적으로 느림을 알 수 있다.

이에, 비콘의 수신신호세기 기반의 사용자 위치 예측에 따른 콘텐츠의 선제적 다운로드 기법을 사용하게 되면 마커 기반의 1회성 다운로드 방식의 빠른 재생 속도와 클라이언트-서버 방식의 스마트폰의 저장 공간 및 콘텐츠 변경 등의 용이성을 함께 확보할 수 있음을 테스트를 통해 확인할 수 있었다.

Table 4. Test Results analysis

Items	1 time download method	Client-Server method	
	Physical marker based	Marker & beacon based on beacon's RSSI	
Playback (relative) speed	Fast	Slow	Fast
Storage space	Large	Small	Small
Easy to modify / change content	Bad	Good	Good

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 AR 콘텐츠 재생을 위해 사용되는 클라이언트(스마트폰)-서버(콘텐츠서버)방식과 1회성 스마트폰 앱 다운로드 방식에 대한 비교 분석 후, 두 방식이 가지는 단점 해소를 위해 비콘 수신신호세기 기반의 콘텐츠 초고속 재생을 위한 기법을 제안 하였다.

또한 데모용 앱을 이용한 테스트를 통해 클라이언트-서버 방식의 상대적으로 느린 재생 속도와 1회성 다운로드 방식의 저장 공간 및 수정/변경에 따른 비효율성 해소도 확인할 수 있었다. 즉, 물리적 마커 기반의 클라이언트-서버 방식에서 비콘의 수신신호세기를 추가 활용하여 스마트폰의 저장 공간 효율성 확보 및 콘텐츠나 3D 오브젝트의 빠른 재생을 지원하는 연구 결과를 관찰하였다.

본 연구의 구현 및 테스트 결과는 AR을 이용한 MICE 등의 모든 전시 사업 분야에 유용하게 활용될 것으로 판단된다[8]. 전시 현장에 AR 3D 콘텐츠의 한정된 재생 공간에서 많은 이용자들이 몰려 발생할 수

있는 병목현상을 줄일 수 있으므로 인해 보다 많은 사람들에게 필요한 정보를 더욱 빠르게 제공할 수 있기 때문이다.

향후, 비콘 수신신호세기 기반의 선제적 다운로드를 기반으로 하여 물리적 마커가 아닌 스마트폰 앱의 카메라 뷰, 즉 앱이 인식하는 2D 공간마커(markless)를 활용한 연구가 추가 진행된다면 콘텐츠 재생을 위해 물리적 마커가 가지는 공간 제약성까지 극복하여 본 연구의 결과보다 훨씬 더 많은 사람들에게 보다 빠른 정보를 제공할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(2019-0-0107, 공존현실 기반의 3D 설계도면을 이용한 선체의장 검사 시스템 개발).

REFERENCES

[1] S. H. Jang, B. K. Ge, "Educational application of Augmented Reality content", Jour. of KoCon.a, vol. 2, no. 2, pp. 79-85, 2007.

[2] H. Lee, N. Ryu, E. Kim, "IR LED marker detection method for production of multiple marker based on augmented reality," J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, vol. 6, no. 3, pp. 457-463, 2011.

[3] J. J. Jung, G. Lee, B. K. Kim, "A study on stable service of marker based augmented reality using 3D location measurement of beacons," Journal of the KIECS, vol. 12, no. 5, pp. 883-890, 2017.

[4] S. Lee, S. Kim, "A study on self-localization of home wellness robot using collaboration of trilateration and triangulation," J. of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers, vol. 18, no. 1, pp. 57-63, 2014.

[5] H. Lee, D. Lee, "A study on localization system using 3D triangulation algorithm based on dynamic allocation of beacon node," J. of the Korea Institute of Communication and Information Sciences, vol. 36, no. 4B, pp. 378-385, 2011.

[6] K. M. Kim, "Beacon technology and applications," <http://beacontech.blogspot.com/2015/04/ibeacon-data-api.html>

[7] <https://developers.google.com/ar/>

[8] Y. I. Kim, M. J. Kim, H. C. Kim, "Implementation of total management system for exhibitions and Convention using beacon," Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology, vol. 6, no. 2, pp. 35-44, 2016.

저자 소개

김 구 (Goo Kim)



2001년 8월 : 부산대학교
컴퓨터공학과(공학석사)
2017년 6월 : 부산대학교
사물인터넷연구센터(연구교수)
2018년 11월~현재 : 부산대학교
선박해양플랜트기술연구원(산학협력초빙교수)

관심 분야 : 조선해양 ICT융합, 빅데이터, 증강/공존현실

김 진 우 (Jin-Woo Kim)



2001년 8월 : 부산대학교
무역학과(경제학사)
2017년 2월 : ㈜리트비즈(개발팀장)
2019년 3월 : ㈜록스(ICT연구소장)
2019년 4월~현재 : 부산대학교
선박해양플랜트기술연구원(책임연구원)

관심 분야 : 조선해양 ICT융합, 빅데이터, 실시간 서비스 애플리케이션

하 연 철 (Yeon-Chul Ha)



2000년 2월 : 창원대학교
전자공학과(공학석사)
2007년 8월 : 창원대학교
전자공학과(공학박사)
2012년 3월~현재 : 부산대학교
부교수

관심 분야 : 수중 드론, 조선해양 ICT융합, 전기추진선박