

GIS를 기반으로한 실시간 실내공간관리 시스템 개발

- COEX Test Bed -

A Strategy to Improve Customer Service for Apartment Building Units

나 기 도*

이 광 국**

김 회 울**

김 재 준***

Kido Na

Gwang-Gook Lee

Whoi-Yul Kim

Jea-Jun Kim

Abstract

The environment of Ubiquitous in terms of improvement is being expanded to various fields and time enabled system. Thus, a real-time spatial information management system has been developed by integrating a human movement detection system into a SICS(Spatial Information Control System) engine that can integrally manage inside spatial information extracted from 3D CAD and outside spatial information of GIS. The add-on program was developed to extract spatial information necessary for the SICS engine from 3D CAD information, and a human movement detection system was developed. Test bed was operated for 2weeks and indoor human flow information was found out by zone. Also, the direction of future research was decided through a test bed.

키 워 드 : 통행량 측정기술, 테스트 베드, SICS(Spatial Information Control System), GIS 정보추출

Keywords : Human Movement Detection System, Test Bed, SICS(Spatial Information Control System), Extracting GIS information

1. 연구의 배경 및 목적

최근 정보통신기술의 발달로 인해 다양한 종류의 컴퓨터가 사 람, 사물, 환경 속으로 스며들고, 이들이 서로 네트워크로 연결되 어 인간의 삶을 도와주는 유비쿼터스 환경이 급속히 진전되고 있 다. 이러한 유비쿼터스 환경은 모두 국토 공간을 근간으로 하기 때 문에 국토에 대한 공간 및 위치정보를 제공하는 공간정보 기술이 유비쿼터스 사회를 실현하는 핵심기반 기술로 대두되고 있다. 전통 적인 공간정보 기술인 GIS는 ITS, LBS, 텔레매틱스 등의 IT 분야 로 발전해 왔으며, 이제는 첨단 정보통신기술과의 융합을 통해 새 로운 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 u-GIS 공간정보 기술로 진화하고 있다. 향후에는 u-GIS 공간정보 기술을 통하여 언제, 어디서나, 누구에게나 다양한 개인에 맞는 맞춤형 공간정보 서비스 를 제공함으로써 u-City, u-국토, u-전자장부등 발전된 유비쿼 터스 환경을 실현할 수 있을 것으로 예상된다. 최근 IDC에서 발간 된 기술 및 시장조사 보고서에 따르면 전통적인 공간정보의 개념 과 범위는 점차 다양한 분야로 융합을 통해 확장되고 있다. 한편, 도심지내 가용 공간 부족과 높은 지가 등으로 인해 건축물의 초고

층화 및 지하공간 이용이 확대되고 있다. 이에 따라 외부공간에서 와 같은 스트리트형 동선이 내부공간에서도 기획되고, 외부의 공간 과 내부공간 간의 상호연계성이 높아지는 결과를 가져오고 있다. 따라서, 이러한 복잡한 공간을 효율적으로 관리하고, 이용자들의 편의를 위한 관리자 톨이 필요한 상황이며, 내부 공간과 함께 이들 을 연계해 외부 공간도 함께 관리할 필요성이 대두되고 있다. 이 에, 내부 공간과 외부 공간 정보를 통합 관리 할 수 있는 실시간 공간 정보 관리 시스템을 구축하고자 하는 연구가 진행되었다.

본 연구에서는 실시간 공간관리 위한 시스템을 개발하고 Test Bed 통해 개발된 시스템의 성능을 검증하고 향후 연구 발전방향을 결정하는 것을 목적으로 하며 연구 범위는 실내로 한정한다.

2. 시스템 및 적용기술 개요

2.1 SICS (Spatial Information Control System)

SICS는 알고리즘을 통해 가공된 공간정보와 감지된 인간이동정 보를 컨트롤하는 SICS 엔진, 어플리케이션 시스템과 이를 시각화 시켜주는 인터페이스로 구성된다.

SICS엔진은 어플리케이션의 운영과 공간정보 Database, 인간 이동정보 database를 관리(검색, 수정, 출력 등)하고, 유동량 측정 및 실시간 영상을 전송한다. 공간정보는 Add-on 프로그램을 통해 Archicad에서 구현된 3D 모델로부터 공간정보를 추출되어 입력

* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정

** 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 박사과정

*** 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 교수, 공학박사

**** 한양대학교 건축공학부 교수, 공학박사

※ 본 연구는 2008년도 한국건설교통기술평가원 연구비 지원에 의한 연구의 일부임. 과제번호 : 06건설핵심D06

되고, 인간이동정보는 인간이동감지 시스템으로부터 실시간 실내 인원수 정보를 입력 받게 된다. 그리고 어플리케이션 시스템은 add-on 프로그램으로부터 추출된 공간좌표를 재구성하여 존 모델을 만들고 유동량 정보와 결합시켜 최적 경로 도출한다. 이 정보들을 활용하여 Visual Model과 Network Model을 구성하여 실내 공간을 관리 하게 된다.



그림 1 SICS 개념도

2.2 통행량 측정 기술

본 연구에서는 CCTV 영상을 이용하여 인간 이동을 감지하였다. 영상을 이용한 인간 이동 감지 기술은 기존에 설치되어 있는 CCTV시스템을 활용이 가능하기 때문에 추가적인 시스템 없이 수행할 수 있다. CCTV 영상을 이용하여 인간 이동을 감지하기 위해서 전처리 단계로 배경 영상 추출 및 제거를 수행한다. 전처리 단계를 거친 후 픽셀 크기를 정량화 하고 인간이 이동하는 속도를 정량화 하여 얻은 인원수 정보는 실시간으로 인간이동 DB에 전송되어 저장되며, SICS엔진 및 애플리케이션의 소스가 된다.

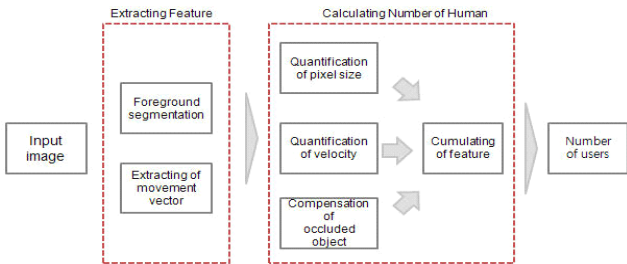


그림 2. 통행량 측정 프로세스

2.3 GIS정보 추출

SICS엔진에 입력될 공간정보DB를 추출하기 위해 3D CAD와 GIS의 공간 데이터 구조를 분석하고 통합하는 방안을 결정하였다. 또한 실시간 SICS는 다양한 공간 이벤트 관리기능을 포함하고 있으므로 각 기능의 목적에 따라 필요한 공간 데이터를 결정하여 적용하는 것이 필요하다. 이에 연구에 적합한 공간정보를 정의하고 XML형식과 Access형식으로 export하는 방안을 연구하였다. SICS는 GIS시스템을 기반으로 구축하기 때문에 건축물 내부공간 정보를 벡터형식의 좌표로 추출하기 위해 Add-on 프로그램을 개

발하였다. 이 Add-on 프로그램은 건물유지관리시 필요한 다양한 내부공간 요소 정보(벽체구성정보, 문정보, 창문정보 등)를 추출하는 기능을 포함한다.

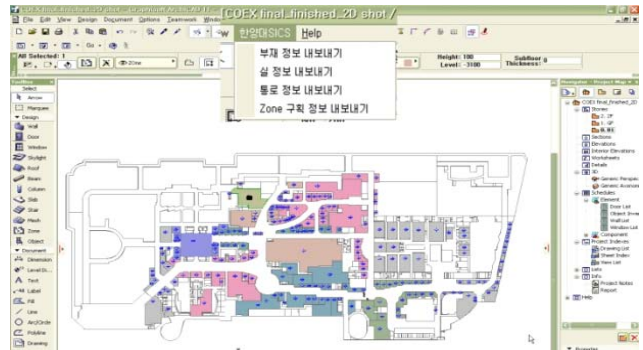


그림 3. Add-on 프로그램 설치

GUID	ID	Story	Level_GL_base	Level_FL_base	Coord_3D_Beg	Coord_3D_End	Width	Height	Thickness	Type material
642B251A-619E-D00-258-B1		B1	-1	0.241.00966	-195.241.00726	+194	0.3	2.1		Glass-Glue
FFFA193-680A-D00-244-B1		B1	-1	0.238.470119	-195.236.714573	+195	1.8	2.1		Glass-Glue

GUID	Zone_Index	ID	ZoneName	Story	Level_GL_base	Outline_Poly	Center_coord	Area
863A4431-33E7-ZON-012	ZON-012		Office	B1	-3.1254.401332	-15.236.421440	-162	55.01750309999

GUID	Zone_Index	ID	Story	Level_GL_base	Coord_3D_Beg	Coord_3D_End	Center_coord	Width	Height
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-0	B1		-3.1231.848945	-162.231.848945	-162.231.848945	-169	0.59999999999	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-1	B1		-3.1231.848945	-162.232.400953	-162.232.400953	-169	0.59999999999	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-10	B1		-3.1240.020107	-162.240.709953	-162.240.709953	-169	0.12799999999	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-11	B1		-3.1240.709953	-162.234.401332	-162.237.598935	-169	6.51399999999	12.2
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-2	B1		-3.1232.400953	-162.232.400953	-162.232.400953	-169	0.69999999999	4.0
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-5	B1		-3.1232.400953	-162.231.848945	-162.232.129949	-169	0.50000000000	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-6	B1		-3.1231.848945	-162.231.848945	-162.231.848945	-164	3.20750000000	4.0
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-9	B1		-3.1240.709953	-162.240.709953	-162.240.051453	-169	0.20000000000	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-4	B1		-3.1240.709953	-162.240.709953	-162.240.709953	-169	0.69999999999	4.0
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-7	B1		-3.1240.709953	-162.240.000000	-162.240.051453	-169	0.59999999999	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-8	B1		-3.1240.000000	-162.240.733440	-162.240.053506	-169	0.20425000000	2.7
863A4431-33E7-ZON-012	OPEN-9	B1		-3.1240.709940	-162.240.020107	-162.240.000773	-169	0.19999999999	2.7

그림 4. Access 형태로 추출된 공간정보 및 객체정보

3. 테스트 베드에 의한 실험결과분석

3.1 대상지 선정

다중이용시설 중 유동인구가 많고 공간 구조가 복잡한 대형 복합용도건축물을 중심으로 연구를 진행하였고 최종적으로 국내 대표적인 복합용도건축물인 COEX Mall을 연구 대상으로 선정하였다. COEX Mall의 복도 공간은 최장 직선길이 663m, 통로폭 18m로서 일반 건축물 내의 복도 공간에 비해 굉장히 큰 규모이다. 또한 다른 문화 복합 공간의 특성상 수많은 성격이 비슷한 공간과 비슷한 종류의 상가들로 경계가 모호하여 특별히 구역을 나누는데 어려움이 있으나 COEX Mall은 각 복도별로 정확한 경계가 나누어 있어 구역별, 매장별 통행량 측정 결과를 활용하는데 적합한 장소이다.

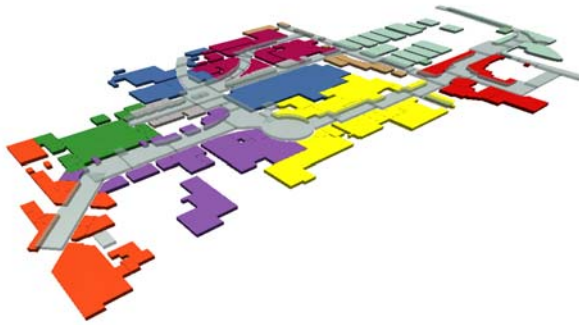


그림 5. 각 통로별로 구축된 매장

3.2 테스트 베드 구축

테스트 베드로 선정된 COEX 내에 SICS 시스템을 구축하였으며 시스템의 하드웨어 구성은 아래의 그림 6과 같이 이루어져 있다. SICS 시스템의 하드웨어 구성은 그림에 나타난 것과 같이 16개의 CCTV 영상, 4대의 영상처리 서버, 1대의 관리 서버로 이루어져 있다. 동축케이블을 통하여 전송된 CCTV 영상은 영상 캡처 보드를 통하여 영상처리 서버에 공급되며, 영상처리 서버에서는 실시간으로 통행량을 측정하여 관리 서버로 전송하게 된다. 관리 서버에서는 영상처리 서버로부터 전송받은 통행량 데이터와 CCTV로부터 입력받은 감시 영상을 저장한다.

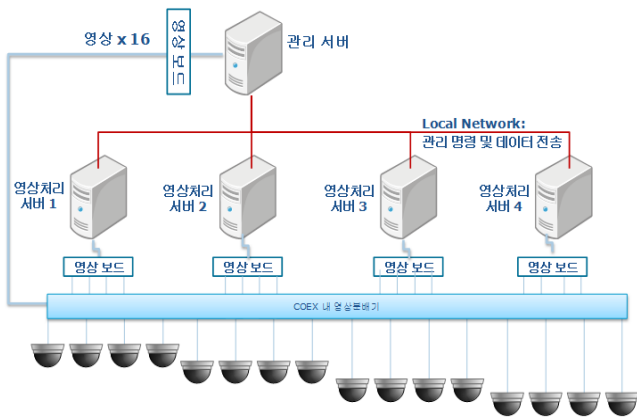


그림 6. SICS 시스템의 구성도

시스템 구축에 사용된 16대의 카메라 가운데 14대의 카메라는 COEX Mall내에 기존에 설치되어 운용되고 있던 감시 카메라를 영상 분배기를 이용하여 영상을 전달받아 이용하였으며, 적정위치에 카메라가 설치되어 있지 않은 2개소에 대하여만 카메라를 추가로 설치하여 이용하였다. 영상처리 서버 및 관리서버로의 영상전송은 동축케이블을 통해 이루어지며, 영상처리 서버와 관리서버는 TCP/IP 네트워크를 통해 이루어진다.



그림 7. 테스트 베드 시스템에 사용된 COEX Mall 내 카메라 위치

3.3 테스트 베드 실험

COEX 시설관리팀의 협조를 얻어 8월 4일부터 PTZ 카메라의 움직임 고정시켰으며, 8월 17일까지 약 2주간 고정된 카메라 위치에 대한 적정 매개변수를 설정하기 위한 실험 준비 작업을 진행하였다. 이후 8월 17일부터 31일까지 2주 동안 COEX Mall에 대하여 SICS 시스템을 가동하여 실험을 진행하였다.

3.4 테스트 베드 결과

다음은 실험 진행 기간 동안 각 카메라 시점별로 측정된 1일 평균 통행량 나타난 것이다. 표 1은 실험기간 동안의 일일 평균 통행량을 각 카메라별로 양방향에 대하여 나누어 표시한 것이며, 그림 8은 이를 그래프로 나타낸 것이다. 결과에 나타난 것과 같이 COEX Mall 내 주요 이동 통로인 '산마루길'에서 '계곡길'로 이루어지는 구간에 위치한 6, 14, 16번 카메라에서 특히 큰 통행량이 발생한 것을 확인할 수 있다.

표 1. 구간별 통행량 (카메라별, 1일 평균)

카메라 번호	Upward	Downward	카메라 번호	Upward	Downward
카메라 1	10,139	12,088	카메라 9	11,741	12,756
카메라 2	7,472	7,087	카메라 10	4,858	4,353
카메라 3	12,756	16,570	카메라 11	3,670	4,699
카메라 4	24,196	13,733	카메라 12	3,478	2,985
카메라 5	12,563	19,382	카메라 13	22,151	21,110
카메라 6	26,772	25,268	카메라 14	10,042	9,939
카메라 7	12,680	14,734	카메라 15	10,042	9,939
카메라 8	11,144	8,747	카메라 16	25,595	22,380

다음은 카메라 별로 얻어진 통행량을 COEX Mall 내의

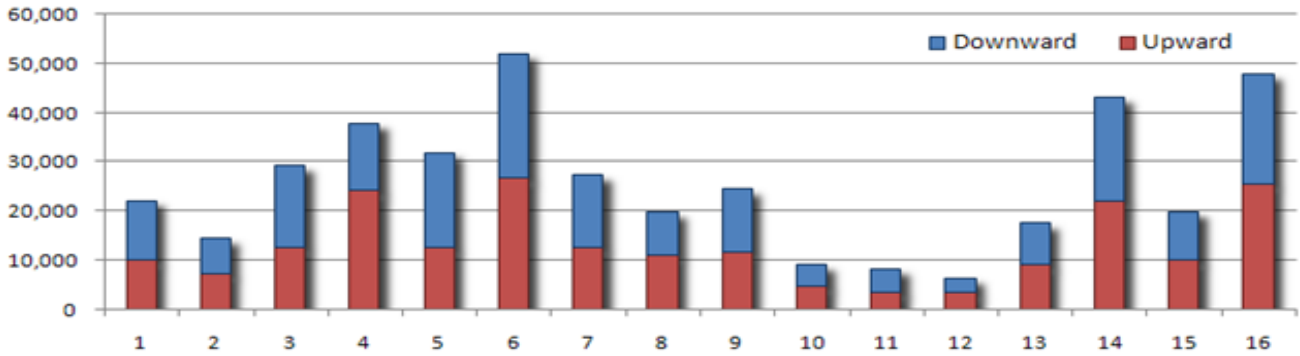


그림 8. 구간별 통행량 (카메라별, 1일 평균, 단위 : 명)

주요 길 명칭에 따라 표시한 것이다. 결과에서 알 수 있듯이 지하철역과 직접 연결되는 통로인 '산마루길' 과 '수풀길' 에서 가장 많은 통행량이 발생하였으며, 1일 평균 약 7만여명의 통행량이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 평균적으로 가장 적은 통행량이 발생하는 통로는 '강변길' 이며 가장 통행량이 높은 '수풀길' 과 비교하였을 경우 약 10%의 통행량만이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

표 2. 구간별 통행량 (길 명칭 별, 1일 평균)

	Upward	Downward	합계
수풀길	35,637	32,319	67,955
산마루길	31,294	29,604	60,899
계곡길	26,772	25,268	52,040
열대길	24,196	13,733	37,928
폭포길	11,741	12,756	24,497
바다길	10,139	12,088	22,227
호수길	11,144	8,747	19,890
오솔길	3,670	4,699	8,370
강변길	3,478	2,985	6,463

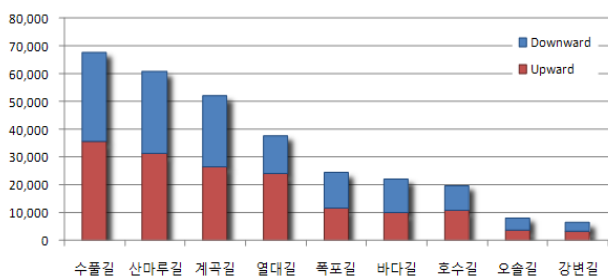


그림 9. 구간별 통행량 (길 명칭별, 1일 평균)

3.5 소결

- 공간정보 추출

개발된 Add-on 프로그램을 통하여 3D CAD 모델로부터 추출된 좌표정보를 100곳을 무작위로 선정하여 실제 좌표 정보 비교해본 결과, 추출된 공간정보는 100%의 정확도를 보였다. 또한 각 요소(문, 벽체, 창문 등)의 정보 또한 추출 할 수 있었다.

- 통행량 측정

Test Bed 결과 설치한 16개소의 카메라에서 통행량을 얻었다. 통행량 측정 정확도는 평균 5.83%의 상대오차로 측정되었다.

4. 결 론

본 연구에서 개발된 인간이동 감지 시스템, 애플리케이션 시스템, 인터페이스시스템 그리고 SICS 엔진을 통합하는 통합 시스템을 개발하였고 이를 테스트 베드를 통하여 검증하였다.

- ArchiCAD Add-on 프로그램을 개발하여 100%의 정확도로 공간정보를 추출하여 COEX Mall 실내의 GIS 데이터 베이스를 구축하였다.
- 실내공간에 설치될 인간이동감지시스템을 개발하여 실시간으로 정보를 획득 할 수 있게 되었다.

본 연구를 통해 얻어진 실내 통행량 정보는 상가 임대료측정, 관리자의 내부 흐름 파악, 건물의 유지관리 및 마케팅 분야에서도 다양하게 활용이 가능하며, 보안관리 시스템, 시설물 관리 시스템, 주차관리 시스템, 실내 환경 관리 시스템과 같은 다양한 관리 시스템으로의 응용이 가능하다. 따라서 향후 다양한 시스템과의 연계 활용 방안에 대하여 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Byeoung-su Kim, (2008), A Method of Counting Pedestrians in Crowded Scenes, 2008 International Conference on Intelligent Computing (ICIC' 08), LNAI 5227, pp.1117~1126
2. David Sonnen, Worldwide Spatial Information Management 2005-2009 Forecast and 2004 Vendor Shares, IDC Market Report, (2005.)
3. Jayoung Yoon, (2008) A System Concept for 3D Human Flow Management, Journal of Asian Architecture, volume 7, pp. 63~68