

Smart-Walk 시스템에서 스트림 빅데이터 분석을 통한 최적화 기법[†]

(An Optimization Technique for Smart-Walk Systems Using Big Stream Log Data)

조 완 섭*, 양 경 은**, 이 중 엽***

(Wan-Sup Cho, Kyung-Eun Yang, and Joong-Yeub Lee)

요 약 본 논문에서는 장애인의 보행을 지원하는 Smart-Walk 시스템에서 하나의 시스템으로 여러 유형의 장애인을 지원할 수 있도록 하는 유니버설 디자인개념의 데이터베이스 구축방안을 제시한다. 또한, 운행로그를 분석하여 사용자의 사용현황과 이탈비율을 계산함으로써 시스템의 최적운행을 지원하는 방안을 제시한다. 다양한 사용자 유형과 그에 적합한 사용방법들을 데이터베이스에 저장하고 관리함으로써 간단하게 다양한 유형의 사용자들에게 지원할 수 있는 방법은 진정한 유니버설디자인 이념의 실현이라 할 수 있다. 사용자의 운행로그를 데이터웨어하우스 형태로 저장하고 온라인 분석 기법을 적용함으로써 시스템의 최적 운영에 유용한 정보를 실시간으로 추출해 낼 수 있게 된다.

핵심주제어 : 스트림데이터, 데이터분석, OLAP, 시각장애지원시스템

Abstract Various RFID-based smart-walk systems have been developed for guiding disabled people. The system sends appropriate message whenever the disabled people arrived at a specific point. We propose universal design concept and optimization techniques for the smart-walk systems. Universal design concept can be adopted for supporting various kinds of disabled such as a blind person, a hearing-impaired person, or a foreigner in a system. It can be supported by storing appropriate messages set in the message database table depending on the kinds of the disabled. System optimization can be done by analyzing operational log(stream) data accumulated in the system. Useful information can be extracted by analyzing or mining the accumulated operational log data. We show various analysis results from the operational log data.

1. 서 론

유비쿼터스 환경은 도처에 존재하는 컴퓨팅 인프라를 통해 사람과 컴퓨터가 서로 상호 작용하여 컴퓨터

가 사람의 요구사항을 이해하고 처리하는 사람 중심의 컴퓨팅 환경을 의미한다[1,2]. 이러한 유비쿼터스 환경은 현대인의 생활 양상을 크게 변화시킬 뿐 아니라 인간의 삶의 질 향상에 크게 기여할 것으로 예상되고 있다. 특히, 이러한 유비쿼터스 기술의 발전은 장애인 혹은 노약자들을 위한 다양한 의료기술과 접목되어 이들에게 희망을 주고 있다. 첨단 미래사회에서 이러한 기술을 적극 활용함으로써 사회적 약자들

[†] 이 논문은 2010년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음
* 충북대학교 경영정보학과, 교신저자
** 충북대학교 경영정보학과
*** 한국재활복지대학 컴퓨터영상디자인과

이 더 이상 소외되지 않고 그들의 삶을 스스로(스마트 기기와 함께) 이끌어가고 영위할 수 있도록 관심과 노력이 필요하다.

참고문헌[3]에서는 A대학의 캠퍼스에 RFID 태그를 설치한 후, 시각장애인들을 대상으로 안전한 보행을 지원하는 Smart-Walk 시스템을 제안하였다. 이 연구의 특징은 캠퍼스 안에서 위험지대(예를 들어, 횡단보도나 연못 및 계단 등)를 사전에 파악하여 가중치를 부여한 후, 목적지까지의 최단거리를 구할 때 위험요소를 최대한 피하도록 한다는 점에서 기존의 연구들과 차이가 있다. 참고문헌[4]에서는 시각장애인 대중교통 이용실태를 분석하고, 대중교통시설 내 보행지원시스템의 구축방안을 제시하였다. 이 연구에서도 스마트 지팡이와 RFID 태그 기술을 활용하여 경로안내와 이탈시 복귀안내 기능을 제공하고 있다.

본 연구의 목적은 Smart-Walk 시스템에서 시각장애인 뿐 아니라 다양한 유형의 장애인들이 사용할 수 있도록 확장하는 문제와 운영 과정에서 축적되는 로그(운영로그)를 분석하여 시스템의 최적화 기법을 제시하는데 있다. 먼저, 하나의 시스템으로 다양한 유형의 장애인들(한글을 모르는 외국인의 경우 언어 장애인으로 분류함)을 지원할 수 있도록 시스템을 설계하는 문제는 유니버설 디자인이라는 개념으로 여러 부문에서 연구되어 왔다[5]. 여기서는 청각 장애인과 한글을 모르는 외국인들도 하나의 시스템에서 지원하는 방안을 제시한다. 다음으로, RFID를 사용한 Smart-Walk 시스템의 운영로그는 시스템 설치 후 실제로 장애인들이 공공기관 내에서 일정기간 이용하면서 발생하는 데이터이다. 운영로그는 분석처리에 용이한 데이터웨어하우스 형태로 축적한 다음, 다차원으로 분석함으로써 시스템의 최적화에 필요한 지식으로 활용된다.

본 논문의 공헌은 크게 두 가지로 구성된다. 먼저 Smart-Walk 시스템의 사용자 유형을 분류하고, 사용자 유형에 따라 적절한 메시지를 준비함으로써 시각장애인 뿐 아니라 다양한 유형의 장애인(청각, 외국인, 노약자 등)을 하나의 시스템으로 지원할 수 있게 한다. 다음으로 운영로그를 사용자 프로파일 등 다양한 환경정보와 결합하여 데이터 웨어하우스로 구축하고 다차원 분석기법을 제안함으로써 시스템의 최적 운영에 필요한 정보를 실시간으로 수집할 수 있도록 한다. 다차원 분석은 시스템의 사용현황의 분석과 구간별 이탈비율을 분석하는 것으로 구분된다.

논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련연구를 설명한다. 제 3장에서는 유니버설 디자인의 개념을 반영한 데이터베이스 구조를 설명하고 장애유형별 메시지 생성방안을 제안한다. 제 4장에서는 운영로그를 데이터 웨어하우스로 구축하는 방안과 이를 대상으로 다차원 분석을 실행하는 방안을 제시한다. 제 5장에서는 결론과 향후 연구를 기술한다.

2. 관련 연구

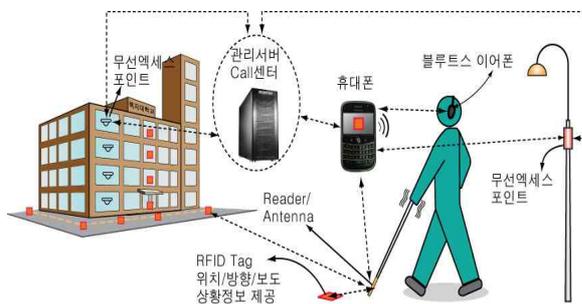
유비쿼터스 컴퓨팅은 21세기 새로운 IT 혁명으로 불리며 우리가 상상하지 못할 정도로 사회, 경제, 문화 등 모든 분야에 큰 영향을 미치고 있다[1]. 모든 사물이 지능화되고 네트워크화 함으로서 사람과 사람, 사람과 사람, 나아가 사람과 사물 간에 의사소통이 가능한 유비쿼터스 사회로 발전하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심은 스마트한 상황인식과 장소에 구애받지 않고 컴퓨터 네트워킹을 가능케 하는 무선기술이다. 따라서 유비쿼터스 핵심은 상황 및 환경을 인식, 감지하고 무선을 통해 네트워크에 연결하는 무선인식(RFID) 및 무선센서(Wireless Sensor)칩을 의미하기도 한다[2,6,17,18].

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅의 유용한 응용 분야중 하나가 장애인에게 자립의 생활기반을 구축하는데 중추적 기술로 활용되는 것이다[1,2,3,6,7]. 장애인이나 노약자 및 외국인 등의 길 안내를 위한 Smart-Walk 시스템의 구현에서 가장 유용한 유비쿼터스 기술로 RFID가 제안되고 있다[3,6,7].

RFID 등 유비쿼터스 기술을 활용한 시각 장애인 지원 시스템에 관한 국내외 연구사례는 지속적으로 제안되고 있다. 외국에서 개발된 시각장애인을 위한 전자 보행 보조기기(ETA : Electrical Travelling Aided)는 센서정보를 활용하여 시각장애인의 보행을 보조하기 위한 수단으로 1970년대 처음 개발되기 시작하여 현재에 이르고 있다[8]. 국내의 ETA 기술개발도 외국의 경우와 마찬가지로 일반적인 ETA, RTA(Robotic Travelling Aided), 복합기능의 안내용 지팡이(guide-cane)등으로 구분하여 설명할 수 있다[8]. 대표적인 ETA 시스템으로는 초음파안경과 지팡이, 소닉 가이드(Sonic Guide), 일본 메이지 대학의 “Hand Held Vision System”, 미국 미시간 대학의 “NavBelt” 등이

있다. 국내의 ETA 기술 개발은 1980년대 중반 인하 대학교에서 국내 최초로 “시각장애인을 위한 초음파 안경”을 설계하였다. (주)엔트랙사는 GPS와 무선데이터 통신을 이용하여 목적지까지 빠른 길을 음성으로 안내하고, 휴대폰 LCD 화면에 간단한 그래픽과 문자로 안내하는 시스템을 개발하였다.

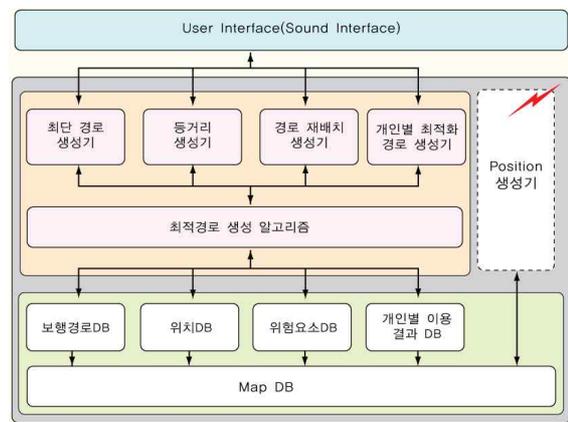
본 논문에서는 <그림 1>과 같이 시각 장애인을 위한 Smart-Walk 시스템을 기반으로 한다[3]. Smart-Walk 시스템은 시각장애인을 원하는 목적지로 가장 안전하고 빠르게 안내하는 시스템이다[3]. 참고문헌[3]에서는 Smart-Walk 시스템의 프로토타입을 교내에 구축하고, 그 실용성을 테스트하였다.



<그림 1> 시스템 환경

<그림 1>에서 RFID 태그는 교내 건물 내부와 건물 외부에서 신뢰성 있는 인식률을 갖도록 설치한다. 또한 목적지로의 이동 중 경로를 이탈했을 때 스마트폰에서 음성으로 “경로를 이탈했으니 복귀 하십시오.”라는 메시지를 음성으로 출력하거나 진동으로 경보를 울리게 하여 안전보행을 보장해야 한다[3]. 이탈의 감지방법은 태그의 인식범위를 벗어나 5초 이내에 복귀를 하지 않으면 1차로 스마트폰에서 경보를 전달하고, 20초 이내에 복귀하지 않으면 중앙관리센터로 경보를 전송하여 안전요원이 1차로 휴대전화 통화를 시도하여 상황을 파악한 후조치를 취할 수 있도록 한다[3].

<그림 2>는 Smart-Walk 시스템의 구조를 보여주고 있다. 노드 사이의 최단 경로를 시뮬레이션 하는 최단 경로 생성기, 등거리 및 등 시간대의 범위영역을 추출할 수 있는 등거리 생성기, 경로상의 위험요소의 존재여부에 따라 가중치를 부여하여 경로를 재배치할 수 있는 최적경로 생성기, 그리고 각 생성기를 지원하는 지도, 공간 데이터베이스를 포함한다[3].



<그림 2> 시스템 구조

기존의 연구에서는 기 운행 중인 Smart-Walk 시스템의 운행기록 (로그)을 분석하여 시스템을 최적화하는 연구를 포함하지는 않고 있다. 또한, 데이터베이스 분야에서도 유비쿼터스 센스로부터 발생하는 스트리밍 데이터 처리에서 유사한 문제들을 다루고 있지만 장애인 보행지원 시스템의 운영로그를 대상으로 연구한 결과는 아직 부족한 상황이다. 본 논문에서는 Smart-Walk 시스템[3]의 운영 중에 나타난 로그 데이터를 분석하여 그 결과를 시스템 최적화에 활용하는 방안을 제시한다. 운영로그 데이터는 다양한 주변 환경 데이터와 결합하여 다차원 분석을 할 수 있으며, 분석결과는 시스템 최적화에 유용한 정보로 사용될 수 있다.

3. 운행 로그 데이터를 활용한 데이터 웨어하우스 구축과 분석 기법

여기서는 <그림 3>의 시스템을 두 가지 측면에서 확장한다. 먼저, 유니버설 디자인의 개념을 도입하여 시각장애인 뿐 아니라 다양한 유형의 장애인들(시각, 청각, 언어 등)을 동시에 서비스할 수 있도록 데이터베이스를 설계한다. 다음으로 운영하면서 생성되는 운행기록 로그를 분석하여 시스템을 최적화하는 방안을 제시한다.

운행기록 로그는 단순히 <사용자, 노드, 도착시간, 이탈여부> 형태의 정보로써 사용자가 기 부착된 RFID 태그에 도착할 때 마다 하나의 레코드 형태로 생성되어 지속적으로 축적되는 데이터이다. 본 연구에

서는 축적되는 로그 데이터를 관련 데이터(사용자 정보, 위치정보, 이동시간, 사용시간 등)와 통합하여 의미 있는 정보로 분석하는 것이 그 목적이다. 분석결과는 어느 경로에서 이탈이 자주 일어나는지, 장애 유형별로 어느 노드에서 가장 많은 이탈이 일어나는지 등을 파악하는데 사용되며, 이는 Smart-Walk 시스템을 최적으로 관리하거나 운영하는데 활용될 수 있는 중요한 정보이다.

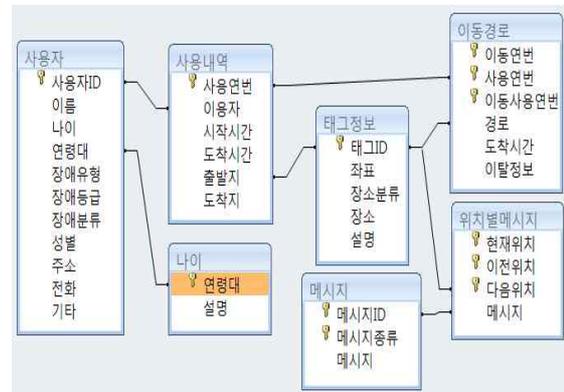
<표 1>은 운영로그 데이터의 일부를 보여주고 있다. 연번은 전체 시스템에서 장애인이 각 노드를 통과할 때마다 발생하는 일련번호이다. 시스템에 등록된 사용자가 시스템을 활용할 때부터 그가 방문한 노드가 차례대로 경로 필드와 도착시간 필드에 저장된다. 이탈정보는 사용자가 각 노드에 도착할 때 부여되는 상황정보로써 사용자가 길을 이탈한 경우 “이탈”, 복귀한 경우 “복귀”, 안내가 시작되는 경우 “출발”, 도착하는 경우 “도착”이라는 값을 기록하게 된다. <표 1>의 연번 1~7에서 사용자 u1은 v9노드를 2월 29일 9:00에 출발하여 v10, v11을 지나 v32에서 이탈하였으며, 최종 v30에 도착하였음을 의미한다.

<표 1>의 시스템 운영로그는 적절한 정보를 보완하여 데이터 웨어하우스로 구축함으로써 다차원 분석이 가능하게 되며, 분석 결과는 시스템의 최적화를 위한 자료로 활용될 수 있다. 예를 들어 이탈이 빈번한 부분 경로를 찾는 문제나 장애유형별로 어느 곳에서 빈

번하게 이탈하는지 등에 관하여 분석함으로써 RFID 태그의 위치나 안내 메시지 등을 최적으로 재구성할 수 있을 것이다. 또한 장애유형이나 연령별로 두 노드 간 평균도착시간을 분석함으로써 특정 사용자가 일정 시간 이상을 경과하는 경우에 알람이나 도우미를 보내어 상태를 확인할 수도 있게 된다.

3.1 유니버설 디자인을 위한 DB 설계

<그림 3>은 <표 1>과 같은 로그 데이터를 분석하기 위한 데이터베이스의 구조를 보여주고 있다. 장애인의 시스템 활용 내역은 사용내역 테이블과 이동경로 테이블에 저장되며(사실 테이블에 해당함), 분석을 위하여 사용자 테이블과 태그정보 및 상황지시정보 테이블이 차원 테이블로 추가된다.



<그림 3> 시스템 운영 기록 테이블

<표 1> Smart-Walk 시스템 운영로그

연번	사용자	경로	도착시간	이탈정보
1	u1	v9	2012-02-29 9:00	출발
2	u1	v10	2012-02-29 9:03	도착
3	u1	v11	2012-02-29 9:04	도착
4	u1	v32	2012-02-29 9:05	이탈
5	u1	v11	2012-02-29 9:06	복귀
6	u1	v31	2012-02-29 9:08	도착
7	u1	v30	2012-02-29 9:10	도착
8	u2	v32	2012-03-24 10:00	출발
9	u2	v11	2012-03-24 10:01	도착
10	u2	v12	2012-03-24 10:02	이탈
11	u2	v11	2012-03-24 10:03	복귀
12	u2	v31	2012-03-24 10:05	이탈
13	u2	v11	2012-03-24 10:06	복귀
...

사용자 테이블은 이용자에 대한 기본 정보와 장애유형을 분류하여 시각장애인, 청각장애인, 노인, 외국인 등으로 구분하였다. 외국인의 경우 선호하는 언어를 등록할 수 있도록 함으로써 안내 메시지를 특정 언어로 지원받을 수 있게 된다. 사용내역 테이블은 사용자가 도착한 시간과 장소를 기록하며 목적지도 기록한다. 이동경로 테이블은 사용자가 이동하면서 만나게 되는 각 RFID 태그별로 하나의 레코드가 생성되어 저장된다. 특히 특정 노드에서 이탈한 경우 이탈정보 필드에 “이탈” 값을, 복귀하면 “복귀” 값을 입력한다. 이동사용연번 필드의 값은 사용자가 출발하여 도착할 때까지의 일련의 RFID 식별자들로 구성됨을 알 수 있다. 태그정보 테이블은 특정지역 (혹은 건물)에 배치된 전체 RFID 태그들의 위치를 나타내고 있다. 마지

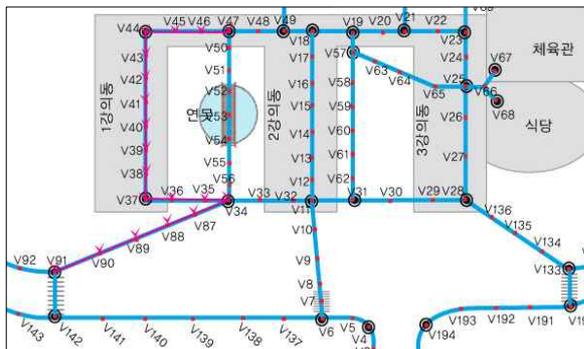
막으로 상황지시정보 테이블은 직전위치를 감안하여 현재위치에서 어느 방향으로 어느 RFID 칩이 있는지를 저장해둔 테이블이다.

3.2 유니버설 디자인 개념을 활용한 메시지 출력 방법

본 시스템에서는 기존 연구[3]에서의 결과를 확장하도록 한다. 기존 연구[3]에서는 경로 상에 존재하는 장애물(예: 계단, 연못, 교차로 등)에 가중치를 부여한 다음에 가중치를 감안한 최적경로 탐색방법을 제시하였다. 즉, 시스템은 목적지까지의 최단거리 보다는 위험요소가 적은 경로를 선택하도록 한다. 여기서는 구해진 최적경로에 대하여 장애유형별로 적절한 메시지(시각장애인의 경우 음성, 청각장애인의 경우 문자 외국인인 경우 모국어 등)를 안내하는 방법을 설명한다. 이와 같이 하나의 시스템에서 다양한 유형의 안내서비스를 할 수 있도록 설계한 것을 유니버설 디자인(복수의 전달수단 제공)이라 부른다[5].

<그림 4>는 한국재활복지대학의 강의동 주변에 대하여 구축된 데이터베이스의 “위치별메시지” 테이블의 구조이다. 현재 사용자가 위치한 현재위치가 v11이라고 하자. v11 노드로 진입하기 직전 노드는 v10, v12, v31, v32 노드가 가능하다. 따라서 이들이 v11에 대한 이전노드가 될 수 있으며, 이전노드가 무엇인가에 따라서 다음노드로 진입할 때 적합한 메시지가 선택된

- 다음위치 = v12 이면 “좌회전” 메시지
- 다음위치 = v10 이면 “우회전” 메시지
- 다음위치 = v31 이면 “직진” 메시지
- 다음위치 = v32 이면 “유턴” 메시지



<그림 4> RFID 가 설치된 경로 구조

다. 예를 들어, 이전위치 = v32, 현재위치 = v11 인 상황에서 다음 노드 (다음위치)에 따라 서로 다른 메시지를 제공받아야 한다.

<표 2>의 위치별메시지 테이블에서는 현재위치 = v11에 대하여 이전위치가 어딘가에 따라서 다음위치로 갈 때 적합한 메시지를 저장하고 있다. 예를 들어 <그림 5>에서 이전위치 = v32, 현재위치 = v11 인 상황에서 다음위치가 v10, v12, v31, v32 인 경우 각각 “우회전”, “좌회전”, “직진”, “유턴” 메시지가 필요하며, 이는 <표 4>의 테이블로부터 정확하게 제공된다(위치별메시지 테이블의 아랫부분에 표시하였음). 여기서는 메시지 유형을 네 가지만 제공하지만 실제로는 “직진후 계단으로 오르기”, “11시 방향으로 엘리베이터 타기” 등 복잡한 메시지가 필요하며, 이들은 노드와 적절한 메시지만 추가하면 되므로 여기서는 복잡도를 줄이기 위하여 생략한다.

추천된 경로에 따라서 사용자가 이동하게 되면 제안된 시스템은 “이전위치”, “현재위치”, “다음위치”를 근거로 위치별메시지 테이블과 메시지 테이블로부터 간단한 SQL 명령어를 사용하여 현재 노드에 적합한 안내메시지를 제공할 수 있다. 특히 사용자가 등록된 장애유형과 언어종류에 따라 메시지가 음성/문자 혹은 한글/중국어/영어 중 하나를 자동으로 결정한다. 즉, 하나의 데이터베이스로 다양한 여러 가지 전달수단을 통해 가이드 하므로 유니버설 디자인의 요건을 충족시키게 된다. 예를 들어 이전위치(v32), 현재위치(v11), 다음위치(v12)를 가정하고, 메시지종류 = “영어”로 설정하면 다음의 SQL 문은 “Turn left”를 제안한다. <그림 4>의 설계도에서 이전노드가 v32일 때 현재노드 v11에서 다음노드 v12로 가려면 “Turn left” 메시지(영어)가 적합하다.

```

/* [v32, v11, v12, Turn left] 출력
SELECT   lm이전위치, lm현재위치, lm다음위치, m메시지
FROM     메시지 m INNER JOIN 위치별메시지 lm
ON       m.메시지ID = lm.메시지ID
WHERE    lm이전위치=?이전위치입력 /* v32 입력
AND      lm현재위치=?현재위치입력 /* v11 입력
AND      lm다음위치=?다음위치입력 /* v12 가정
AND      m메시지종류=?메시지종류입력; /* “영어” 입력
유사하게 <표 2>를 사용하면 현재 위치가 v11일
경우에 이전위치와 다음위치의 상황에 따라 정확히
  
```

메시지를 얻을 수 있다. 따라서 사용자가 원하는 목적으로 정확히 안내받을 수 있음을 알 수 있다. 위치별 메시지 테이블의 3번째 레코드부터 6번째 레코드는 이전 위치가 v10인 상황에서 다음위치가 v10, v11, v31, v32인 경우에 제공될 메시지를 보여주고 있으며, 그 다음에서 이전노드가 v12, v31인 경우에 적합한 메시지를 포함하고 있다(v7-v10, v11-v14).

<표 2> 그림 4의 노드 v11을 중심으로 한 위치별 메시지 테이블과 메시지 테이블

위치별메시지			메시지			
이전위치	현재위치	다음위치	메시지ID	메시지ID	메시지종류	메시지
v11	v10	v9	직진	우회전	영어	Turn right
v9	v10	v11	직진	우회전	영어음성	Turn right (음성)
v10	v11	v10	유턴	우회전	중국어	右转弯
v10	v11	v12	직진	우회전	중국어음성	右转弯 (人声)
v10	v11	v31	우회전	우회전	한글	우회전하세요
v10	v11	v32	좌회전	우회전	한글음성	우회전하세요 (음성)
v12	v11	v10	직진	유턴	영어	U-turn
v12	v11	v12	유턴	유턴	영어음성	U-turn (voice)
v12	v11	v31	좌회전	유턴	중국어	U形转弯
v12	v11	v32	우회전	유턴	중국어음성	U形转弯 (人声)
v31	v11	v10	좌회전	유턴	한글	유턴하세요
v31	v11	v12	우회전	유턴	한글음성	유턴하세요 (음성)
v31	v11	v31	유턴	좌회전	영어	Turn left
v31	v11	v32	직진	좌회전	영어음성	Turn left (voice)
v32	v11	v10	우회전	좌회전	중국어	左转弯
v32	v11	v12	좌회전			
v32	v11	v31	직진			
v32	v11	v32	유턴			
v11	v31	v30	직진			
v30	v31	v11	직진			

<표 2>의 두 테이블을 사용하면 Smart-Walk 시스템은 사용자가 어느 위치에 있거나 이전위치를 고려하여 다음위치에 적합한 메시지를 장애유형에 맞게 출력할 수 있게 된다. 특히 메시지 테이블의 메시지 종류는 사용자 테이블에 등록된 메시지 유형과 연관되어 사용자에게 가장 적합한 메시지를 선정하는데 사용된다.

4. OLAP 분석을 통한 시스템 최적화

여기서는 제 3.2절에서 구축한 운행로그 데이터 웨어하우스를 기반으로 다차원 분석방법을 제시한다. 분석은 기본적으로 OLAP 기법을 사용하여 분석함으로써 운행로그에 대한 다양한 분석이 가능하도록 하며,

분석의 결과는 Smart-Walk 시스템의 최적 운영에 기여하도록 한다.

여기서는 크게 두 가지 분석기준을 제시한다. 먼저 사용비율을 분석함으로써 사용자의 시스템 사용유형을 파악할 수 있다. 특히, 다양한 조건으로 사용유형을 분석함으로써 어떤 조건에서 어떤 노드의 사용비율이 높은지 알 수 있게 된다. 다음으로 이동시 이탈비율을 분석함으로써 어떤 조건에서 어떤 노드의 사용자 이탈이 높은지를 파악할 수 있게 된다.

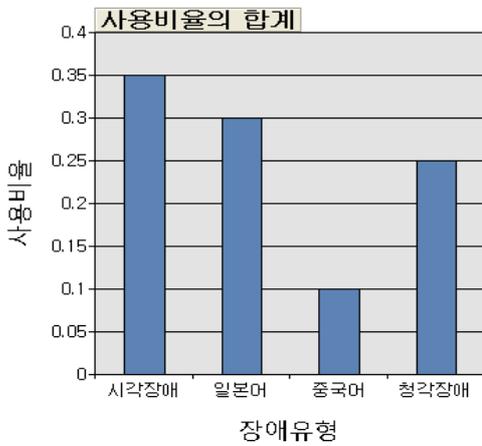
분석결과는 시스템 관리를 위한 통계작업 뿐 아니라 이탈이 자주 일어나는 노드를 기준으로 시스템 개선을 하는데 활용될 수 있을 것이다. 또한, 일정기간 동안(예를 들어, 1개월) 노드 간 이동평균시간을 계산한 다음 이용자에게 이동에 걸리는 시간을 제공함으로써 예측 가능한 시스템이 되도록 할 수 있다. 특히, 여기서 제시하는 분석은 실시간 분석으로 사용자의 운행기록이 축적되는 것을 반영하여 특정기간동안 분석하는 것은 물론이고 언제든지 간단한 버튼클릭으로 지금까지까지의 기록을 실시간으로 분석할 수 있다(OLAP 분석기능).

4.1 사용비율 분석

Smart-Walk 시스템에서 총사용 횟수란 사용자가 Smart-Walk 시스템을 사용한 횟수로써 사용내역 테이블의 레코드 수에 해당한다. 사용비율이란 특정조건을 만족하는 사용횟수를 총사용 횟수로 나눈 값을 정의하며, 이 값은 어떠한 유형(조건)의 사용비율이 높은지를 확인하는데 유용하다.

$$\text{사용비율} = (\text{특정조건을 만족하는 사용횟수}) / \text{총사용 횟수} \quad \text{----- (수식1)}$$

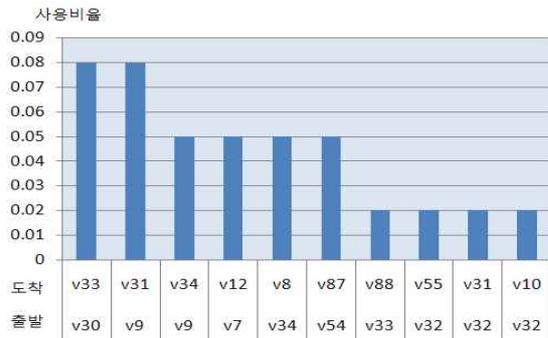
다음에서 사용비율 분석결과의 중요한 몇 가지를 보여주고 있다. <그림 5>는 장애분류별, 장애유형별로 사용비율을 보여주고 있다. 시각장애인의 사용비율이 가장 높으며, 중국인들의 활용이 상대적으로 낮음을 알 수 있다.



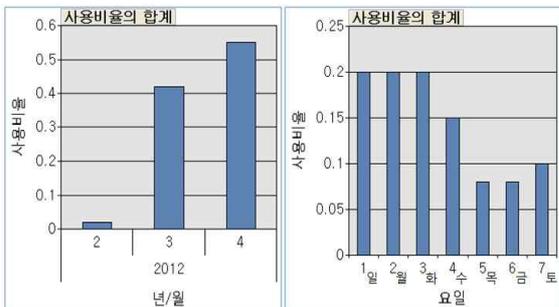
<그림 5> 장애유형별 사용비율 (Q1-1)

<그림 6>은 구간별(출발지-도착지별) 사용비율 Top-10을 보여주고 있다. 그래프에서 v30=>v33, v9=>v31로 이동하는 빈도가 가장 높게 나타나고 있어 그 부분에 더욱 세심한 관리가 필요하다.

<그림 7>은 (a)는 년/월별 사용비율을, <그림 7> (b)는 요일별 사용비율을 각각 나타내고 있다. <그림 7> (a)에서 2월 말에 본 시스템을 구축한 관계로 사용비율이 낮으며, 3월에 비하여 4월에 10% 이상 사용



<그림 6> 구간별 (출발지-도착지별) 사용비율 Top-10



<그림 7> 사용비율 분석. (a) 년월별 사용비율, (b) 요일별 사용비율

비율이 증가하였음을 알 수 있다. 1년이 지나면 월별, 계절별 사용비율을 즉각 분석할 수 있을 것이다. <그림 7> (b)에서는 요일별 사용비율을 보여주고 있다. 주간 단위로 전반부에 사용비율이 높으며, 후반부에는 상대적으로 사용비율이 낮음을 알 수 있다.

이 밖에도 간단한 SQL 문을 사용하여 사용비율에 관하여 다양한 다차원 분석이 가능하지만 여기서는 지면관계상 생략한다.

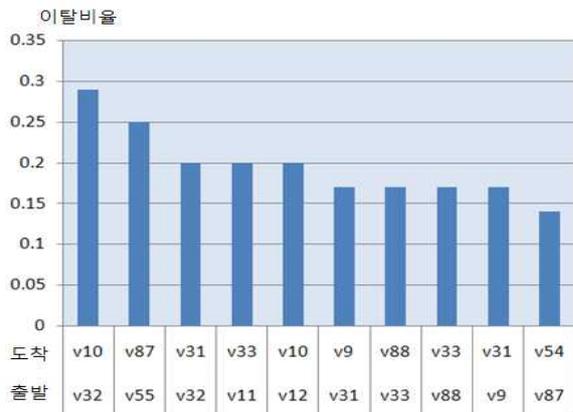
- 년/월/일별 사용비율
- 시간대별 사용비율
- 요일별/시간대별 사용비율
- 성별 사용비율 - 남녀별 시스템 사용회수를 분석함
- 연령대별 사용비율 - 이용자의 연령대별 사용회수를 분석함
- 사용자별 사용비율 - 누가 가장 많이 사용 하는가 ?

4.2 이탈비율의 분석

이동이탈횟수란 사용자가 각 노드에 도착할 때 정상경로를 이탈한 횟수로 정의한다. 이동경로 테이블에서 이탈정보 = “이탈”인 레코드 수가 이동이탈횟수를 나타내고 있다. 이동이탈비율은 사용자가 인접한 두 노드사이를 이동할 때 이탈하는 비율을 측정하는 지표로써 다음과 같이 사용자의 이동이탈회수를 총 이동 횟수(이동경로 테이블의 레코드 수)로 나눈 값으로 정의한다.

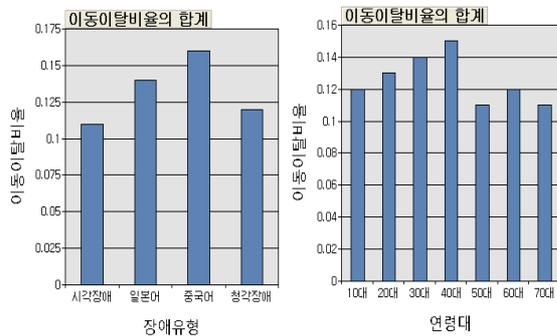
$$\text{이동이탈비율} = \frac{\text{이동이탈횟수}}{\text{총이동 횟수}} \quad (\text{수식2})$$

이동이탈비율을 사용하면 사용자의 이동경로 중에서 어느 두 노드 사이에 가장 많은 이탈하는가를 분석할 수 있다. <그림 8>은 인접한 두 노드 사이의 이동이탈비율 Top-10을 보여주고 있다. 분석 결과에서 v32=>v10으로 이동할 때 가장 많은 이탈이 발생하였음을 알 수 있다.



<그림 8> 인접한 두 노드 사이의 이동이탈비율 Top-10

<그림 9>는 장애유형별, 연령대별 이탈비율을 분석한 결과이다. <그림 9>에서 중국인들의 이탈비율이 가장 높게 나타났으며, 40대에서 이탈비율이 가장 높게 분석되었다.



<그림 9> 이동이탈비율. (a) 장애유형별 이동이탈비율, (b) 연령대별 이동이탈비율

유사한 방식으로 간단한 SQL을 사용하여 다양한 분석을 할 수 있다.

- 시간대별, 날짜별, 월별, 계절별, 이동이탈비율
- 성별 이동이탈비율
- 사용자별 이동이탈비율

4.3 이동 구간별 평균소요시간 분석

두 인접노드 사이에 평균이동시간을 구하여 이를 사용자에게 제공하거나 혹은 이탈여부를 판정하는데 활용할 수 있다. 그림 10은 두 인접노드 사이에 이동

시간이 긴 순서로 Top-10을 보여주고 있다. v5=>v6으로 이동할 때 평균 6분이 걸리고 있으며, 이 값은 v5=>v6으로의 이동시 사용자에게 미리 도착예정시간을 제공하거나 혹은 이탈여부를 판정할 때 사용할 수 있다.



<그림 10> 두 인접노드 사이에 이동시간이 긴 순서로 Top-10

<그림 11>은 장애분류별로 두 인접노드 사이에 이동시간이 긴 순서로 Top-5를 분석한 결과이다. 신체장애와 언어장애의 경우 시간이 많이 걸리는 구간이 완전히 다르게 나타남을 알 수 있다. 이러한 분석은 장애유형이나 연령대, 성별 등 다양한 측면에서 구간별 평균소요시간을 측정할 수도 있다.

장애분류	출발노드	도착노드	평균소요시간
신체장애	v5	v6	6
	v6	v7	4.7
	v55	v56	4.3
	v54	v55	4.3
	v31	v30	3.7
언어장애	v87	v88	6
	v9	v10	5.8
	v7	v8	5
	v34	v35	5
	v8	v9	4

<그림 11> 장애분류별 구간별 평균이동시간 Top-5

4.4 다차원 분석

제 4.1절과 4.2절의 분석결과들을 결합하여 다차원 분석을 할 수 있다. <그림 12>의 왼쪽은 장애분류별, 성별 이탈율을 보여주고 있으며, 오른쪽에는 이를 연령대별로 세분화하여 이탈비율을 분석한 것이다 (Drill-down 연산). 반대방향으로 사용자가 오른쪽의 세분화된 분석결과를 검토하다가 이를 왼쪽과 같이 요약하여 볼 수도 있다(Roll-up 연산).



<그림 12> Drill-down과 Roll-up 연산

한편, 두 인접노드 사이에 장애유형별 이탈횟수를 다음과 같이 피벗 테이블로 분석할 수도 있다. <그림 13>에서는 v11에서 v10으로 갈 때 장애 유형별 이탈 회수는 시각장애가 2회, 일본인이 1회이며, v11에서 v12로 갈 때 이탈회수는 시각장애가 2회, 나머지는 모두 3회씩 발생하였음을 알 수 있다.

이탈직전노드 · 이탈후노드		Bv34							
		v10	v11	v31	v32	합계	v33	v66	v67
장애유형	이탈회수								
시각장애	2	2	2	2	2	2	2	1	1
일본어	1	3	1	1	1	1	2	2	2
중국어	1	3	1	1	1	6	2	2	2
청각장애	3	3	3	2	2	3	3	1	1
총합계	3	11	5	5	24	4	5	1	1

<그림 13> 구간별 장애유형별 이탈회수

이 밖에도 <그림 5>의 데이터베이스를 사용하여 다양한 분석이 가능하다.

- 장애분류별 (혹은 장애유형별), 연령대별 (혹은 성별), 구간별 평균이동시간
- 연령대별, 시간대별 이탈회수
- 사용자별, 성별 이탈회수

5. 결 론

본 논문에서는 기존 RFID 기반 Smart-Walk 시스템을 확장하여 여러 유형의 장애인을 서비스 할 수 있도록 유니버설 디자인 개념을 추가 하였으며, 최적 운영을 위한 운행로그 분석기법을 제시하였다. 유니버설 디자인에서는 사용자에게 대하여 장애 유형별로 적합한 메시지를 준비하여 제공함으로써 시각 장애인 뿐 아니라 청각 장애인, 언어 장애인(외국인 포함) 등을 서비스할 수 있도록 하였다. 또한, 운행로그 분석을 통하여 구간별 시스템 사용비용, 이탈비율, 평균이동시간 등을 다각도로 분석할 수 있도록 하였다. 다차원 분석을 위하여 데이터베이스 구조를 사실 테이블과 차원테이블로 구분하여 구축하였다. 본 연구의 결과는 장애인들이 일정기간 운영하면서 발생하는 데이터를 기반으로 전체 시스템을 최적화 할 수 있는 방안을 제시함으로써 시스템의 안정성, 효과성 등을 극대화하는데 기여할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이기혁, 류달영, 김진영. “유비쿼터스 사회를 향한 기술과 서비스,” *Jinhan M&B*. pp.21-30, 2005.
- [2] 이연남, 정동영, 권오병. “유비쿼터스 서비스 시나리오 생성 및 시스템 분석 시스템 개발,” *지능정보연구* 14권 4호, pp.161-178, 2008.
- [3] 이증엽, *시각장애인을 위한 Smart-Walk 시스템 경로 최적화 기법*, 충북대학교 박사학위 논문, 2010.
- [4] 김원호, 이유화, 김시현, “시각장애인 대중교통 이용실태 및 대중교통시설 내 보행지원 시스템 구축

- 방안," *서울도시연구* 제10권 제3호. pp.97-114, 2009.
- [5] 안상락, *유니버설디자인관점에서의 공공사인 커뮤니케이션 시각효과 연구*, 홍익대학교 대학원 광고홍보학과, 박사학위논문, pp.67-73, 2007.
- [6] 박덕재, *RFID를 이용한 시각장애인 횡단보도 보행안내 시스템에 관한 연구*, 대학원 박사논문, 2007.
- [7] 김상일, "시각장애인을 위한 위치정보시스템 개발," On-Off Line 통합적 인터페이스 개발을 중심으로," *한국디자인학회*, 통권 제73호, Vol. 20, pp.217-228, 2007.
- [8] 이동규, 김호정, 김경진, 김명석. "시각장애인을 위한 유도형 감성 로봇의 학제적 디자인 프로세스," *제13회 HCI.CG.VR.DESIGN.UI 학술대회 논문집*, 2004.
- [9] 박준일, *시각장애인 이동권 개선 방안에 관한 연구*, 단국대학교 대학원 석사논문, pp.15, 2003.
- [10] 성기창, 박광재, "시각장애인 점자블록의 현황 조사 및 실효성 분석에 관한 연구," *대한건축학회 논문집* 제23권 제11호(통권229호), pp.3-10, 2007.
- [11] 신동렬, "시각장애인 편의시설의 현황 및 개선방안," *한국시각장애인복지재단*, 2005.
- [12] 신원석, "시각장애인 휴대폰의 시장동향," *전자공학회지* 제32권 제3호, pp.54, 2005.
- [13] 안재명, 이종태, 오해석, *EPC global Network 기반의 RFID 기술 및 활용*, Global출판사, pp.23-92, 2007.
- [14] 안형진, "환경디자인, 우리 생활에서 장애인 편의시설과 유니버설 디자인," _____, 2007.
- [15] 이용혁, "시각장애인을 위한 보행유도기술," *대한전자공학회지* 제32권 3호, pp.268-281, 2005.
- [16] 한상훈 외2, "무기 관리를 위한 스마트 케비넷 개발," *한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집*, 제16권 2호, pp.475, 2008.
- [17] 김상현, 송영미, 공급사슬망 내부에서 RFID 채택과 성과에 영향을 주는 요인과 환경 불확실성의 조절효과에 대한 연구, *한국산업정보학회논문지*, v.16, no.3, pp.101-119, 2011년 9월
- [18] 정종진, 김지연, 암호화된 ID를 이용한 다중 객체 접근 방식의 RFID 시스템 연구, *한국산업정보학회 논문지*, v.13, no.2, pp.80-87, 2008년 6월



조 완 섭 (Wan-Sup Cho)

- 1996년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 (박사)
- 1987년 1월 ~ 1990.12 : 한국전자동신연구원 연구원
- 1997.3~현재 : 충북대학교 경영정보학과 교수
- 관심분야 : 데이터베이스, 비즈니스 인텔리전스, ERP, 빅데이터



양 경 은 (Kyung Eun Yang)

- 2010년 8월 : 충북대학교 경영정보학과 석사
- 2011.3~현재 : 충북대학교 경영정보학과 박사과정
- 관심분야 : 비즈니스 인텔리 전스, OLAP, 데이터웨어하우스



이 중 엽 (Joong Yeub LEE)

- 1996년 2월 : 홍익대학교 산업디자인학과 석사
- 2010년 8월 : 충북대학교 멀티미디어공학 박사
- 2002.3~현재 : 국립한국재활복지대학교 컴퓨터영상디자인학과 교수
- 관심분야 : 컴퓨터응용디자인, 유니버설디자인, 디자인/문화정책.

논문접수일 : 2012년 05월 02일
 1차수정완료일 : 2012년 05월 19일
 게재확정일 : 2012년 05월 30일