

상황인지 기반 진료 안내 시스템 설계

정화영*, 박재욱*, 이용규*
*동국대학교 컴퓨터공학과-서울
e-mail : xlcuqhdl@dongguk.edu

Design of a Context-aware Patients Guidance System

Hwa Young Jung*, Jae Wook Park*, Yong Kyu Lee*
*Dept of Computer Science & Engineering, Dongguk University-Seoul

요 약

병원에 진료를 받기 위해 찾아온 환자들은 병원의 복잡한 시스템과 구조 때문에 어려움을 겪는다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 모바일 컴퓨팅을 이용한 다양한 진료 안내 시스템이 제안되었지만, 환자의 상황, 위치 등을 인지하기 위하여 별도의 장치를 사용하기 때문에 초기 구축비용이 많이 들고, 환자의 스케줄을 의료진이 수동으로 설정해야 하는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 해결하기 위하여 환자의 진료가 끝난 즉시 의사, 간호사 등의 의료진이 다음 진료를 설정한 후 환자의 스마트폰으로 진료 정보를 제공하는 상황인지 기반 진료안내 시스템을 제안한다. 또한, 환자가 받아야 할 진료의 대기시간을 비교하여 대기시간이 짧은 진료를 추천해주는 진료 순서 추천 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안한 진료 순서 추천 시스템과 기존 방법과의 성능 평가를 통하여 기존 방법보다 제안한 방법이 우수함을 보인다.

1. 서론

오늘날 병원에 진료를 받기 위해 찾아온 환자들은 병원의 복잡한 시스템과 구조 때문에 어려움을 겪고 있다^[3]. 그러나 병원에서의 진료안내는 병원 직원이 직접 안내하거나 간단한 소개와 길 안내를 제공하는 키오스크를 이용한 안내가 대부분으로 환자들이 겪고 있는 어려움을 해결하기에는 한계가 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 모바일 컴퓨팅을 사용하여 환자에게 상세한 진료 정보를 제공하는 연구가 활발히 진행 중이다^{[1][2][4][5]}.

기존 모바일 컴퓨팅을 사용하여 진료 정보를 제공하는 방법에는 환자의 상황을 인지하여 정보를 제공하는 상황인지 기반 시스템^{[2][5]}, 환자의 위치를 기반으로 하여 정보를 제공하는 위치기반 시스템^[4], 환자의 진료 정보를 지능적으로 제공하는 종합병원 안내 서비스^[1] 등이 있다. 하지만 기존 연구는 환자의 상황, 위치 등을 인지하기 위하여 별도의 장치를 사용해야 하므로 초기 구축비용이 많이 든다. 또한, 환자의 스케줄을 설정하는 스케줄 관리 시스템이 없어서 의사, 간호사 등의 의료진이 수동으로 설정해야 하는 단점이 있다.

본 연구에서는 기존 연구의 단점을 개선한 상황인지 기

반 진료 안내 시스템을 제안한다. 상황인지 기반 진료 안내 시스템은 환자의 진료가 끝난 즉시 의사, 간호사 등의 의료진이 그다음에 받을 진료를 선택한 뒤 스마트폰으로 진료 정보를 제공한다. 그러므로 별다른 장치 없이 환자의 상황을 인지할 수 있고, 별도로 스케줄을 설정할 필요가 없다. 더불어 환자가 받아야 할 진료들의 대기시간을 비교하여 대기시간이 짧은 진료를 추천해주는 진료 순서 추천 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 연구를 기술하고, 3장에서는 상황인지 기반 진료 안내 시스템을 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제시한 진료 순서 추천 시스템의 성능을 기존 방법과 비교하여 실험하고 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

환자들이 병원 서비스를 이용할 때 복잡한 병원 구조와 시스템 때문에 겪는 어려움을 해결하기 위해서 진료 안내 정보를 제공하는 종합병원 안내 서비스^[1], 상황인지 기반의 병원 안내서비스^{[2][5]} 등의 방법들이 제안되었다.

종합병원 안내 서비스^[1]는 환자가 병원의 복잡한 구조 때문에 겪는 위치 관련 어려움, 진료 시간과 대기 시간을 알 수 없는 시간 관련 어려움 등 환자가 병원 서비스를 이용할 때 겪는 어려움을 해결하기 위해 제안되었다. 종합

* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 지원을 받아 수행되었음 (No. ITAH1810120110090001000100100)

병원 안내 서비스는 환자가 받을 진료 정보를 스마트폰으로 전송한다. 환자에게 전송하는 정보는 크게 프로세스 안내와 위치 안내로 분류되었으며 프로세스 안내는 외래환자에게 진료 일정을 알려주는 일정 안내, 병원 서비스를 받기 위하여 해야 절차를 알려주는 과업 안내, 시간과 검사에 대한 중요사항을 진동으로 알려주는 알림안내, 진료와 관련된 상세한 정보들을 알려주는 상세 안내로 구성되어 있으며, 위치 안내는 다음 서비스를 받기 위해 가야 하는 장소에 대한 길을 안내하는 다음 목적지 안내, 환자가 받아야 할 진료와 상관없는 장소에 대한 길 안내를 제공하는 특정 장소 안내로 구성되어 있다. 그러나 길 안내 시스템에 대한 설명이 부족하고, 환자의 스케줄을 관리하는 시스템이 없어 실제 시스템에는 적용할 수 없다는 단점이 있다.

상황인지 기반의 병원안내시스템^[2]은 환자들끼리 겪는 어려움^[1]을 해결하기 위해 환자의 상황을 인지하여 위치정보와 진료의 대기시간 및 인원에 대한 정보 등을 제공한다. 시스템 구성은 정보를 받기 위한 단말기, 환자의 위치를 인식하기 위한 위치서버, 상황인지를 하기 위한 병원 안내 서버, 사용자의 프로세스를 제공하는 병원 웹 서버로 되어있다. 외래환자를 위한 상황인지 기반의 병원안내시스템은 길 안내를 하기 위해서 단말기에서 수신되는 Wi-Fi 신호를 검색하여 검색된 주변 AP의 강도를 기반으로 추측한 환자 위치와 특정 위치를 포함한 토폴로지를 구성한 뒤 최단거리를 구하기 위하여 넓이 우선 탐색과 깊이 우선 탐색 알고리즘을 조합하여 목적지까지 가는 최적의 비용이 길을 찾아가는 A* 알고리즘^[8]을 사용한다. 그러나 A* 알고리즘보다 효율적인 알고리즘들이 많고, 환자에게 제공하는 진료 정보는 환자에게 충분하지 않은 단점이 있다.

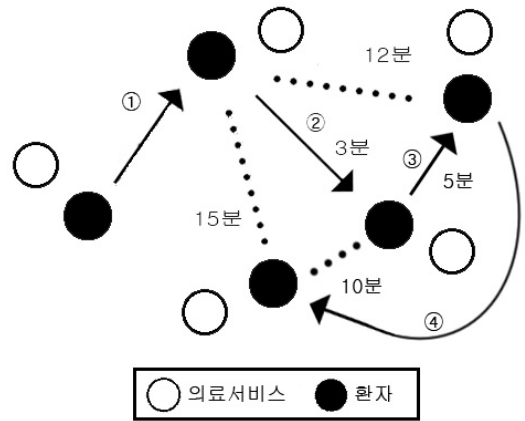
Mobiday 2^[5]는 환자의 상황을 인지하여 외래환자들이 복잡한 병원 시스템으로부터 받는 어려움을 해결하기 위해 제안되었다. 상황을 인지하기 위하여 진료실마다 RFID 리더기를 두고 RFID 태그를 외래환자들에게 제공하여 진료실 출입 정보를 기반으로 환자의 상황을 인지한다. 그다음 환자의 상황에 맞게 스마트폰으로 다음 진료에 대한 정보를 제공한다. 또한, 일정을 확인할 수 있는 일정 확인 기능, 만족도 체크를 위한 설문조사 기능, 진료의 주의사항을 보여주는 기능, 간호사가 환자들의 일정을 관리할 수 있는 환자 일정 관리 기능 등이 있다. 그러나 환자의 스케줄을 의사, 간호사 등의 의료진이 수동으로 설정해야 하고, RFID를 사용하여 상황인지를 하기 위해서는 RFID 태그와 리더기를 구매하여야 하므로 초기시스템 구축비용과 유지비용이 부담되는 단점이 있다.

3. 상황인지 기반 진료 안내 시스템

본 장에서는 기존 연구들의 단점을 개선하기 위하여 환자들이 복잡한 병원 시스템을 편리하게 사용할 수 있도록 환자의 상황을 인지하여 진료에 대한 상세 정보와 길 안내를 제공하고, 환자의 진료 중 대기시간이 가장 짧은 진료를 추천하는 상황인지 기반 진료 안내 시스템을 제안한다.

3.1 시스템 개요

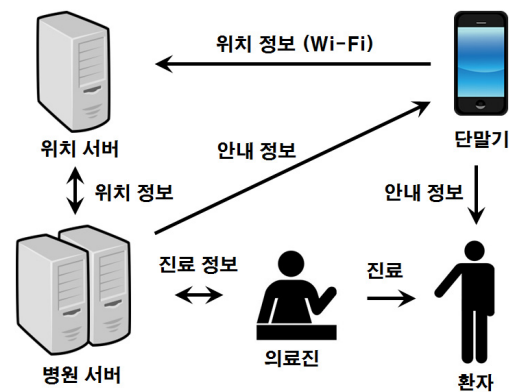
상황인지 기반 진료 안내 시스템은 외래환자가 수납한 후부터 스마트폰으로 진료 정보가 전송되고 진료가 끝날 때마다 즉시 다음 진료에 대한 정보가 전송되어 진료에 대한 정보와 장소를 쉽고 빠르게 찾을 수 있으며, 진료 순서 추천 시스템을 적용하여 대기시간이 짧은 진료를 추천해준다. (그림 1)은 상황인지 기반 진료 안내 시스템의 프로세스를 나타낸다.



(그림 1) 상황인지 기반 진료 안내 시스템

- ① 외래환자는 진료를 받기 위하여 수납대에 가서 수납한다. 그다음 직원은 환자의 진료정보를 서버로 전송하고 서버는 전송받은 정보를 환자의 스마트폰으로 전송한다.
- ② ①에서 받은 정보를 참고하여 진료실을 찾아가는다. 그다음 진료가 끝나면 의사는 환자가 필요한 검사를 체크한 후 정보를 서버로 전송하고 서버는 대기시간이 가장 짧은 검사를 판단하여 환자에게 진료 정보를 전송한다.
- ③, ④ 진료가 끝날 때까지 ②와 같은 방식으로 진료 안내를 받으며 진료가 끝나면 환자의 스마트폰으로 진료가 끝났다는 정보가 전송된다.

3.1.1 시스템 구성



(그림 2) 병원 시스템 구성도

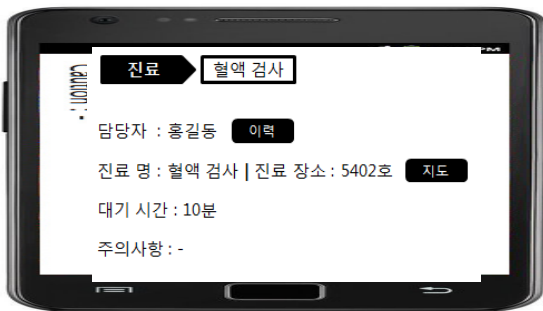
본 시스템의 시스템 구성은 환자의 위치에 대한 정보를

저장하기 위한 위치 서버, 환자의 정보를 저장하고 있는 병원 서버, 정보를 받을 환자의 단말기로 구성한다(그림 2).

의사, 간호사 등의 의료진은 환자가 진료 정보를 받을 수 있게 다음 진료를 선택한 뒤 병원 서버로 환자의 진료 정보를 전송한다. 위치 서버는 환자의 단말기에서 수신된 Wi-Fi를 이용하여 위치 분석을 한 뒤 병원 서버로 전송한다. 병원 서버는 직원이 보내온 환자의 진료 정보와 위치 서버에서 보내온 위치 정보를 이용하여 다음 진료 장소까지 길 안내를 하는 길 안내 정보를 환자의 단말기로 전송한다.

3.1.2 화면 구성

병원 서버에서 환자에게 전송되는 정보는 크게 진료 상세 정보와 위치 정보로 나누어지는데 진료 상세 정보에는 진료 담당자 이름과 이력, 진료 장소, 대기 시간, 진료 명, 진료에 대한 주의사항, 환자의 현재까지 받은 진료 정보, 다음 진료에 대한 알림 안내를 제공하고, 위치 정보는 다음 진료 장소까지 길 안내를 하는 길 안내 정보를 제공한다(그림 3).



(그림 3) 상황인지 기반 진료 안내 시스템 화면

3.2 길 안내 서비스

환자에게 길 안내 서비스를 하기 위해서 단말기에서 수신되는 Wi-Fi와 주변 Wi-Fi AP를 탐색한 뒤 Wi-Fi로 접속한 무선 AP의 정보를 이용하여 위치를 알아내는 방법인 WPS(Wi-fi Positioning System)^[7]를 이용하여 환자의 정확한 위치를 알아낸다. 그다음 주변 장소와 환자의 위치를 포함한 토폴로지를 생성한다. 그다음 Neighbour Pruning 방법으로 Jump Points를 찾아내어 최단 경로를 찾아내는 JPS(Jump Point Search)^[6] 알고리즘을 사용하여 환자의 출발 지점부터 목적지까지 최단거리를 표시한 지도를 스마트폰으로 제공한다.

3.3 진료 순서 추천 시스템

현재 병원 시스템은 환자가 검사를 받기 위해 대기해야 하는 시간에 상관없이 항상 순차적으로 검사를 받는다. 이러한 검사 방법은 환자가 받아야 할 검사에 대한 시간을 비

교하지 않고 순차적으로 기다리기 때문에 비효율적이다. 예를 들면 환자가 두 개의 검사를 받아야 하는데 첫 번째 받아야 할 대기 시간보다 두 번째 받아야 할 대기시간과 검사 시간이 더 짧다고 가정하면 현재 병원 시스템으로는 환자들이 첫 번째 받아야 할 대기 시간 동안 시간을 허비해야 한다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 진료 순서 추천 시스템은 환자가 받아야 할 검사 중에서 대기시간이 가장 짧은 검사를 추천한다.

진료 순서 추천 시스템은 대기행렬 이론의 무한고객 모형, 즉, 진료는 선입선출(FIFO)로 진행하며 대기열의 허용 길이와 환자의 수는 무한대로 하는 대기행렬 모형 및 수식을 적용한다^[8].

단위 시간당 도착하는 평균 고객 수인 평균 도착률(λ)과 단위 시간당 진료를 받는 고객의 평균인 평균서비스율(μ)을 구한 후 환자 수, 진료시간 등을 계산한다.

검사 중인 평균 환자 수(L_s)와 대기 중인 평균 환자 수(L_q)는 다음과 같이 계산한다.

$$L_s = \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)} \quad (1)$$

$$L_q = \frac{\lambda^2}{[\mu(\mu - \lambda)]} \quad (2)$$

대기시간을 포함한 평균 진료시간(W_s) 및 대기시간(W_q)는 다음과 같이 계산한다.

$$W_s = \frac{1}{(\mu - \lambda)} \quad (3)$$

$$W_q = \frac{\lambda}{[\mu(\mu - \lambda)]} \quad (4)$$

진료 순서 추천 시스템은 식 (4)에서 구한 검사별 대기시간인 W_q 를 비교하여 값이 가장 적은 검사를 추천한다. 이러한 추천 방법은 환자들의 대기시간을 단축해 효율적으로 병원 서비스를 받을 수 있다.

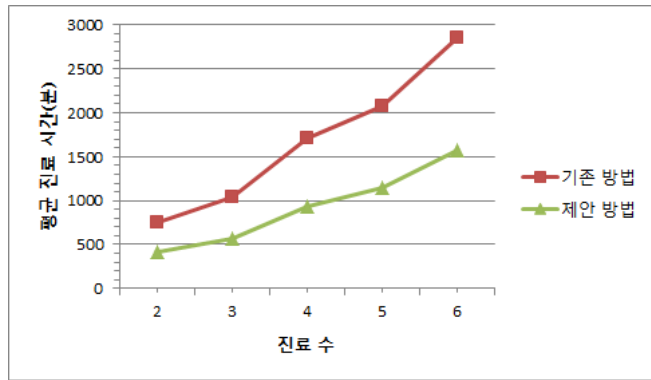
4. 성능 평가

기존 병원 시스템과 제안 방법과의 평균 진료시간을 비교하기 위해서 성능 평가를 하였다. 성능 평가를 하기 위해서 각 진료별 대기시간은 15분 이하로 설정하고, 환자가 병원에 도착하는 시간 데이터는 20분 이하로 설정하여 진행하였다.

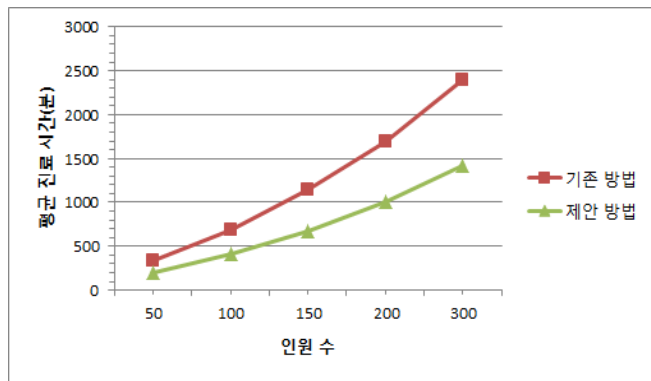
(그림 4)는 기존 방법과 제안 방법을 비교하기 위하여 진료 수 증가에 따른 평균 진료시간을 실험한 결과이며, 기존 방법보다 진료 시간이 평균 45% 감소하였다.

(그림 5)는 인원 수 증가에 따른 평균 진료시간을 비교한

결과이다. 실험결과 평균 진료시간이 기존 연구에 비해 평균 41% 감소하였다.



(그림 4) 진료 수 증가에 따른 평균 진료시간



(그림 5) 인원 수 증가에 따른 평균 진료시간

5. 결론

본 논문에서는 환자가 병원의 복잡한 시스템과 구조 때문에 겪는 어려움을 해결하기 위해서 환자의 상황을 인지하여 스마트폰으로 진료 정보를 제공하는 상황인지 기반 진료 안내 시스템을 제안하였다. 상황인지 기반 진료 안내 시스템은 환자의 진료가 끝난 즉시 스마트폰으로 진료 정보 및 길 안내 정보를 전송하여 기존 연구의 초기 시스템 구축비용과 유지보수 비용이 부담되는 단점과 환자의 스케줄을 의사, 간호사 등의 의료진이 수동으로 설정한다는 단점을 개선하였다.

또한, 환자가 검사를 받기 위해 대기하는 시간에 상관없이 순차적으로 진료를 받는 기존 방법의 단점을 개선하기 위해서 환자가 받아야 할 진료들의 대기시간을 비교하여 대기시간이 짧은 진료를 추천하는 진료 순서 추천 시스템을 제안하였다. 기존 방법과 제안방법의 성능을 비교하기 위하여 실험을 실시하여 제안한 방법이 기존 방법보다 진료 수 증가에 따른 평균 진료 시간은 41% 감소하였고, 환자 수 증가에 따른 평균 진료시간은 48% 감소하였다. 진료 순서 추천 시스템은 대기행렬이 있는 다른 시스템에도 적용할 수 있다.

참고문헌

- [1] 박현철, 김건희, 한만철, 정다영, 이성일, 박세형, 하성도, “외래환자를 위한 종합병원 안내 서비스 설계,” 한국 HCI 2011 학술 발표논문집, 709-711쪽, 2011년 1월.
- [2] 박현철, 김건희, 한만철, 정다영, 이성일, 박세형, 하성도, “외래환자를 위한 상황인지 기반의 병원안내시스템,” 한국 HCI 2011 학술 발표논문집, 96-99쪽, 2011년 1월.
- [3] “병원서비스 이용자 불편사항 조사,” 한국소비자보원 생활경제국 조사보고서, 43-82쪽, 2002년 11월.
- [4] 안해순, 윤은준, 남인길, “병원 실내 위치기반 의료정보 푸쉬 서비스를 위한 익명 인증 스킴,” 한국통신학회 논문지, 제37권, 제5호, 410-419쪽, 2012년 5월.
- [5] Floriano Zini, Francesco Ricc, “Guiding Patients in the Hospital,” Proceeding of the UMADR on Providing Assistance to People with Special and Specific Needs Workshops. Vol. 7138, pp. 304-308, Jul. 2011.
- [6] Daniel Harabor, Alban Grastien, “Online Graph Pruning for Pathfinding on Grid Maps,” Proceedings of the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence, pp. 1114-1119, Aug. 2011.
- [7] William Ching, Rue Jing The, Binghao Li, Chris Rizos, “Uniwide WiFi Based Positioning System,” Proceeding of the IEEE International Symposium on Technology and Society, pp. 180-189, Jun. 2010.
- [8] Paul Axt, “On a Subrecursive Hierarchy and Primitive Recursive Degrees,” Transactions of the American Mathematical Society, Vol. 92, No. 1, pp. 85-105, Jul. 1959.
- [9] Myron Hlynka’s Queueing Theory Page <http://web2.uwindsor.ca/math/hlynka/>