

Agent를 기반으로 한 지능형 호출 시스템

(An Intelligent Call Center based on Agent)

이 동 규 [†] 한 경 속 ^{**}
(Dongkyu Lee) (Kyungsook Han)

요 약 본 논문은 현재 개발중인 웹 기반의 실시간 중환자 관찰 시스템의 부 시스템인 호출 시스템을 소개한다. Computer Telephony Integration (CTI) 기술을 바탕으로 한, 이 호출 시스템은 환자 상태의 변화와 상황에 따라 가장 적합한 통신 매체를 찾아서 담당 의료진과 환자 보호자를 효율적이고 자동적으로 연락하는 것을 목적으로 한다. 메시지의 긴급성, 연락 시점, 연락 대상자에게 가능한 통신 매체 등에 따라 호출 상황이 매우 복잡할 수 있는데, 불확실성 추론 방법 중의 하나인 Dempster-Shafer 이론을 이용하여 가장 적합한 통신 매체를 결정함으로써, 메시지 전달의 신속성과 안정성을 높이고자 하였다. 또한, 에이전트 기술을 이용하여 사용자의 간섭 없이 호출 작업이 이루어지도록 하였다. 개별적인 통신 매체를 이용하지 않고도, 하나의 통합된 환경에서 적합한 매체를 결정하여 호출하는 본 시스템은 중환자실 의료진의 연락 업무를 경감하고 나아가 의료 서비스의 질을 향상하는 효과가 있다고 하겠다.

Abstract This paper presents a call center which is a subsystem of a web-based real time monitoring system of intensive care units. Based on Computer-Telphony Integration (CTI) technology, the call center attempts to efficiently and automatically send messages to patients' families, doctors, and other staffs in hospital via communication media suitable to the occasion. The problem of determining appropriate media can be very complicated by the urgency of a message, calling time, and communication media available to the target person. We use the Dempster-Shafer theory, one of the uncertainty handling methods, to determine the most suitable communication media that will transmit a message rapidly and safely. In addition, we use agent technology to perform the calling process without requiring the intervention of the user of the call center. This call center enables message transfer through various communication media in an integrated environment, and relieves medical staff from the calling process, which in turn will make a contribution toward enhancing medical service.

1. 서 론

종합 병원의 중환자실은 위급한 환자 및 특별한 처치가 필요한 환자들을 대상으로 운영되며, 중환자에 대한 면회는 병원마다 조금씩 다르지만, 정해진 시간에 환자당 한두 명의 가족으로 제한된다. 또한 응급 상황이나 급한 수술의 등의 때문에 병원 측에서 보호자를 찾는 사태를 대비하여, 가족 중의 최소한 한 사람은 중환자

보호자 대기실에서 침식을 해결하며 있는 경우가 많다. 이것은 환자가 장기간 입원해야 하는 경우 가족에게는 여간 부담스러운 일이 아니다. 한편 지리적으로 멀리 떨어져 살거나 사정상 직접 면회할 수 없는 가족들도, 환자 상태에 대한 궁금증과 면회를 못하는 것에 대한 죄책감 등이 있다. 본 연구의 목적은 중환자 가족들의 이러한 고통을 해결하고자 Web에 기반한 실시간 중환자 관찰 및 의료진/보호자 호출 시스템을 개발하는 것으로, 본 논문은 호출 시스템에 대하여 기술한다[1].

중환자실에서는 환자 상태의 변화에 따라 보호자나 담당 의료진들을 급히 연락해야 하는 경우가 빈번하게 발생한다. 이 때 중환자실에서 근무하는 의료진들은 매번 담당 의료진 및 환자의 보호자들의 연락처를 찾아 통화를 시도하는데, 보통 한 사람당 여러 개의 통화 매

· 본 권과는 정보통신부 정보통신 우수시벌학교 (대학원) 지원사업에 의하여 1999년 인하대학교 교내 연구비 지원으로 수행하였다.

† 비 회 원 : 인하대학교 전자계산공학과
erlybird@hanmail.net

** 정 회 원 : 인하대학교 전자계산공학과 교수
khan@inha.ac.kr

논문접수 : 2001년 2월 2일
심사완료 : 2001년 8월 16일

체를 보유하고 있기 때문에 그 중에 가장 적합한 매체를 찾아서 통화를 시도해야 한다. 중환자실에서 근무하는 적은 수의 의료진들이 매번 다른 환자에 대하여 이러한 업무를 반복하여 처리하는 것은 환자를 돌보는 본연의 업무와는 무관한 일로 업무상의 부담이 될 수 있다. 본 논문에서 기술하는 호출 시스템은 환자 보호자 및 담당 의료진에게 가장 적합한 매체를 찾아 메시지를 보내는 지능형 호출 시스템이다. Computer Telephony Integration (CTI)과 에이전트 (Agent) 기술을 바탕으로 한 이 호출 시스템은 하나의 통합 환경에서 여러 통신 매체를 이용하여 메시지를 전달할 수 있다.

에이전트의 정의와 기능은 에이전트를 응용하고자 하는 분야와 그 목적에 따라 달라질 수 있으나, 일반적인 의미에서 에이전트는 사용자를 대신하여 특정한 기능을 자율적으로 수행하는 소프트웨어를 말한다[2, 3, 4]. 이 정의에서 나타나듯이 에이전트의 특성은 크게 세 가지 정도로 나누어 생각할 수 있다. 첫째, 에이전트는 사용자의 개입 없이 독자적으로 실행 가능하여야 한다. 이러한 자율성은 특정한 이벤트의 발생시 에이전트 스스로 동작을 수행할 수 있어야 되는 것을 말한다. 둘째, 에이전트는 특정 분야에 대한 지식을 갖고 이를 반영하여 시스템의 환경을 변화시킬 수 있어야 한다. 에이전트는 특정 분야에 대한 지식 베이스를 갖고 있으며, 시스템의 변화에 따라 지식 베이스를 적용하고, 또 새로운 지식을 학습할 수 있는 능력이 요구된다[5, 6]. 이러한 지식을 이용하여 에이전트는 스스로 판단하고 행동을 결정할 수 있어야 한다. 마지막으로 최근 인터넷의 등장과 더불어 네트워크에서 분산된 에이전트끼리 서로 협동하여 공동의 목적을 수행하는 협동성을 들 수 있다[7, 8].

CTI 시스템은 컴퓨터와 전화를 결합한 응용분야로서, 자동 호출 시스템, 자동 응답기, 자동 교환기 등의 기능을 수행한다[9, 10, 11]. 대학 병원 및 일반 종합 병원의 중환자실에는 통상 수십여 명의 환자들이 입원해 있다. 그리고 이들 환자와 관련된 의료진의 수도 환자 한 명당 담당 의사 및 인턴, 레지던트를 포함하여 여러 명인 경우가 많다. 중환자실에서 근무하는 의료진은 여러 명의 환자들을 수시로 돌보면서 환자의 상태와 관련된 업무들을 처리해야 한다. 이러한 업무중에 환자의 상태에 따라 환자의 보호자 및 환자를 담당하는 의료진들을 호출해야 할 경우가 많이 발생한다. 본 호출 시스템은 이러한 경우에 지정한 호출 대상자에게 메시지들을 자동으로 전달하는 기능을 수행한다. 따라서 본 호출 시스템은 중환자실에 입원 중인 환자의 보호자 및 담당의료진들의 정보를 데이터베이스화하여 효율적으로 관리하

고 중환자실에서 전달할 메시지들을 체계화하여, 호출이 필요한 경우에 간단히 호출 메시지와 환자를 선택함으로써 메시지에 따라 필요한 호출 대상자들에게 자동으로 메시지를 전달하도록 하였다. 이러한 시스템을 도입함으로써 중환자실에서 근무하는 의료진의 수고를 경감시키고, 환자의 치료에만 집중하도록 할 수 있다.

이러한 호출 시스템의 Quality of Service(QoS)로서 크게 다음의 세 가지를 생각할 수 있다. 첫 번째로 요구되는 것은 메시지 전달의 신속성이다. 본 호출 시스템의 경우 의료진과 일반인을 그 호출 대상으로 하는 바, 일반인은 대부분 한 가지 이상의 호출 매체를 갖고 있다. 따라서 신속한 메시지 전달을 위해서는 여러 개의 통화 매체 중에서 가장 신속하게 메시지 전달을 수행할 수 있는 매체를 이용하여야 한다. 또 다른 QoS로서는 메시지 전달의 안정성을 들 수 있다. 이는 메시지 전달이 제대로 수행되었는지를 확인할 수 있는 기능을 요구한다. 팩스나 전자 우편 등의 매체들은 전달 속도는 빠르지 않지만 안정적인 전달을 어느 정도 보장한다고 할 수 있다. 시간적인 여유가 있는 경우에는 이들 매체를 효율적으로 이용할 수 있다. 마지막으로 생각할 수 있는 QoS는 호출 시스템의 확장성으로서, CTI 시스템이 응용되는 분야에 따라 달라질 수 있는 비즈니스 로직 (business logic)과 관련된다. 앞에서 살펴본 바와 같이 CTI 시스템은 크게 자동 호출 시스템, 자동 응답 시스템, 자동 교환기 등의 분야에 많이 사용된다. CTI 시스템은 물리적으로는 전화와 연결된 교환기를 포함하여 이를 컴퓨터에 결합시킨 것으로 생각할 수 있고, 실제 이를 제어하는 소프트웨어는 시스템이 응용되는 산업 분야에 따라서 각기 다른 비즈니스 로직이 존재한다. 본 연구에서는 이러한 비즈니스 로직을 에이전트를 이용하여 분리하여 수행함으로써, 자동 호출 시스템의 성능을 향상시키고, 아울러 자동 호출 시스템의 기능을 에이전트를 이용하여 확장시킬 수 있는 가능성을 검토하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 에이전트 및 CTI 시스템과 관련된 기존의 연구들을 소개하고, 3절은 개발한 자동호출 시스템의 알고리즘과 구현과정을 설명한다. 4절에서는 구현된 호출 시스템을 소개하고 5절에서 호출 시스템의 시험 결과를 분석한다. 마지막으로 6절에서 본 연구의 결론과 향후 추구해야 할 연구방향에 대해서 논한다.

2. 관련 연구

2.1 에이전트

에이전트와 관련된 연구는 에이전트가 갖고 있는 특

성에 따라서 분류할 수 있다. 우선 독자적인 지식을 갖고 스스로 행동을 결정하는 지능형 에이전트는 인공지능 분야에서 오래전부터 연구되었다. 인공지능의 최종 목표는 인간의 지능과 비슷한 기능을 구현하는 것이기 때문에, 이러한 기능을 구현하는 도구로서 에이전트를 사용하고자 하였다. 이러한 연구는 주로 하나의 독립된 에이전트를 대상으로 하고 인지적인 측면에서 에이전트가 요구하는 지식의 표현과 추론과정, 그리고 이를 바탕으로 한 전문가 시스템 및 지식 베이스에 기반한 응용 시스템의 개발 분야에서 이루어졌다[12, 13].

한편 최근에는 인터넷을 비롯한 네트워크의 발달과 다양한 분산처리 기술의 등장으로 인하여 거대한 정보 체계 속에서 원하는 정보를 네트워크에서 추출할 수 있는 분산된 멀티 에이전트에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다[14]. 이러한 분산 에이전트는 크게 인터페이스 에이전트, 태스크 에이전트, 정보 에이전트의 세 가지 유형으로 나누어서 생각할 수 있다. 인터페이스 에이전트는 사용자와 상호작용을 하며, 사용자의 질의 및 명령을 처리하고 그 결과를 출력하는 에이전트이다. 이러한 에이전트는 사용자의 습성과 기호 등의 데이터를 받아들이고 이를 이용하여 사용자의 작업을 보조하는 역할을 수행한다. 태스크 에이전트는 주어진 작업 영역에 대한 지식을 갖고, 사용자가 요구하거나 어떤 이벤트의 발생시 특정 작업을 수행하는 에이전트이다. 이러한 에이전트는 전자 상거래 등의 인터넷을 이용한 여러 산업 분야에서 다양하게 활용되고 있다[15]. 그리고 정보 에이전트는 여러 개로 분산된 데이터 소스들로부터 정보를 효율적으로 수집하고 데이터의 변동 사항을 관찰하여 사용자에게 신속하고 의미 있는 정보를 제공하는 역할을 수행한다. 현재 이러한 에이전트의 가장 대표적인 것으로 인터넷 검색엔진에서 사용되고 있는 탐색 로봇을 들 수 있다.

멀티 에이전트는 단독 에이전트가 가질 수 있는 성능의 한계를 극복하고 인터넷의 성장과 더불어 발전하고 있는 전자 상거래 및 웹 데이터베이스 등의 분야에서 효율적인 정보 관리 및 추출을 목적으로 한다. 이러한 환경 하에서는 에이전트가 다른 에이전트와 상호통신을 통하여 정보의 공유 및 교환처리를 수행하고 공동작업을 수행하는 것이 주된 관심사이다. 이를 위해서 네트워크의 이질성을 극복하고 에이전트간의 통신을 위한 각종 프로토콜 및 에이전트를 개발하기 위한 언어 등에 대한 연구가 수행되고 있다. 그리고 네트워크에서 멀티 에이전트를 이용한 응용 시스템에 대한 연구도 수행되고 있다.

에이전트를 개발하기 위한 언어에 대한 연구는 에이전트 특성을 고려한 특정 프로그래밍 언어를 개발하기 위한 것으로 에이전트 언어의 기원은 Actor와 같은 병렬 객체 언어(concurrent object language)라고 간주하며 에이전트 기반 프로그래밍(agent oriented programming, AOP)에서는 에이전트 이론에서 제시된 인지요소를 직접 이용하여 에이전트를 프로그래밍하는 기반구조와 언어를 연구하였다. 에이전트 언어는 크게 AOP, PLACA, ABLE와 같은 에이전트 기술언어와 Java, Tcl, Telescript와 같은 에이전트 개발 언어로 구분된다[12, 16].

서로 다른 에이전트간의 통신을 위해 제안된 것으로는 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)을 들 수 있다. KQML은 정보 형태나 의미와 독립적으로 정보 교환을 수행하기 위한 통신 언어로서 자율적이고 비동기적이며 단순한 프로토콜이 아니라 정보 통신에 대한 의미 구조와 그에 따른 에이전트 구조까지도 포함하는 개념이다. 멀티 에이전트에 대한 연구는 이 밖에도 에이전트간 연합 구조에 대한 연구와 에이전트를 제어하기 위한 기법에 대한 연구, 그리고 에이전트를 이용한 응용 시스템 등에 대한 연구들이 수행되었다[13].

2.2 CTI

CTI는 컴퓨터와 전화를 결합한 응용분야로서 시스템의 구현을 위한 표준안의 정의와 응용개발을 위한 관련 API의 개발 등, 여러 분야에 걸친 발전과정을 거쳐왔으며 현재는 ECMA(European Computer Manufacturers Association)에서 선정한 CSTA(Computer Supported Telecommunications Applications)표준을 수용하고 있다. 그리고 응용개발을 위해서 Microsoft와 Intel이 공동 개발한 TAPI(Telephony Application Programming Interface), Lucent와 Novell이 공동 개발한 TSAPI(Telephony Service API), IBM의 CallPath 등이 있다[17, 18]. CTI는 컴퓨터와 전화의 물리적 연결 방법에 따라 한 사용자의 컴퓨터와 전화선을 연결하는 데스크탑 형식과 서버 시스템과 전화 시스템간에 LAN을 통하여 연결되는 서버 형식으로 구별할 수 있다[19, 20]. 또 시스템에 필요한 채널 수에 따라서 기존의 단일 채널 전화선(POTS: Plain Old Telephone Service)을 사용하거나 다중 채널을 갖고 있는 ISDN 등을 사용할 수 있다. 또 실제 연결되는 방식에서도 모뎀을 사용하거나 별도의 하드웨어를 설치하는 경우가 있다. 별도의 하드웨어를 설치하는 경우 대부분 응용개발 도구가 함께 공급되는 장점이 있으나 비용이 많이 든다는 단점이 있다. TAPI는

국부 전화선과 연결된 데스크탑 형식을 중심으로 사용되고, TSAPI와 Callpath는 대용량의 전체 전화 시스템의 제어를 담당하는 서버 중심형의 API이다. 결국 구현하려는 각 응용분야에 따라서 그 구성과 개발방법이 달라지게 된다[21, 22].

CTI 분야에서 에이전트를 이용하려는 시도는 몇몇 연구에서 이루어졌다. 우선 Huitema가 인터넷 텔레포니 서비스를 위해 제한한 구조를 들 수 있다[23]. 이 구조에서 에이전트는 기존의 전화망과 인터넷망을 연결하는 중계자의 역할을 수행하기 위하여 전화망과 인터넷망에서 사용되는 여러 통신 프로토콜들을 지원하는 기능을 수행한다. 그리고 Kaukonen은 분산된 에이전트 기반의 네트워크 구조에서 이동중인 사용자에게 다양한 형식의 멀티미디어 서비스를 지원하는 시스템을 제안하였다[24]. 이러한 연구들은 주로 인터넷과 전화망을 결합한 복합 네트워크 구조에서 이들 간의 상호 통신을 위하여 에이전트를 사용한다. 이 밖에 호출센터에서 수신하는 전화를 자동으로 응답자에게 연결하는 자동 연결장치(Automatic Call Transfer)를 위하여 최적의 응답자를 결정하기 위한 학습 알고리즘에 대한 연구 등이 있다[25]. 기존의 연구들은 대부분 에이전트를 이용하기 위하여 별도의 지식 베이스를 필요로 한다.

2.3 Dempster-Shafer 이론

본 연구에서 제안한 호출 알고리즘은 호출 시간과 호출 메시지, 그리고 호출 대상자에 따른 전달 매체 선택의 불확실성을 해결하기 위해 불확실성 추론 기법인 Dempster-Shafer 이론을 이용한다. Dempster-Shafer 이론은 고전적인 확률 이론이 갖고 있는 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 집합 개념을 이용하여 하나의 evidence에 대하여 발생 가능한 이벤트들의 확률을 신뢰구간으로 정의하는 방법이다[26]. Dempster-Shafer 이론에서는 우선 Frame of Discernment라 불리는 전체 집합 U 를 정의한다. 이 U 의 원소들은 상호배제적인 관계에 있으며 Dempster-Shafer 이론은 이 U 의 부분집합들에 대하여 신뢰도 구간을 계산한다. 가령, 어떤 환자에 대하여 환자가 갖고 있는 질병을 진단하기 위해서는 환자의 증상과 일치하는 여러 병명들의 집합이 U 가 된다. 그리고 각 병명들의 부분집합들 S 에 대하여 Dempster-Shafer 이론은 기본적인 확률값 $m(S)$ 와 신뢰도인 BELIEF(S), PLAUSIBILITY(S)를 계산한다. 이들 확률값들은 모두 $[0, 1]$ 사이의 값을 가지며, BELIEF(S)는 PLAUSIBILITY(S)보다 작거나 같다. 각 부분집합의 정확한 신뢰도는 $[BELIEF(S), PLAUSIBILITY(S)]$ 의 구간값으로 표시되어진다. 구간값을 이용하여 각 집합의

신뢰도를 계산하기 때문에 단일 확률값으로 표현되는 고전 확률 이론의 문제점을 보상할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 Dempster-Shafer 이론을 적용하여 전달 매체에 대한 초기 확률값을 정의하고, 통화결과를 반영하여 확률값을 수정함으로써 효율적으로 전달 매체를 결정할 수 있도록 하였다.

3. 호출 시스템

3.1 시스템 구성

본 연구에서 개발한 호출 시스템의 구성은 다음의 그림 1과 같다.

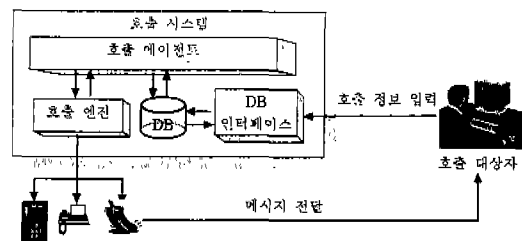


그림 1 호출 시스템의 구성

그림 1에서 호출 엔진은 실제 메시지 전달 기능을 수행하는 CTI 시스템을 말한다. 호출 엔진은 호출 대상자의 이름과 전화번호가 기록되어 있는 데이터베이스에서 데이터를 읽어와 지정된 번호로 호출을 시도한다. 호출 엔진은 지정된 번호로 전화 연결을 시도하고, 연결이 되면 미리 지정된 메시지를 전달한다. 음성을 이용하는 통신 매체의 경우에는 각 메시지에 해당되는 음성 파일을 재생함으로써 메시지를 전달하게 되며, 팩스나 전자 우편 같은 호출 매체로 연결을 시도할 경우에는 각 매체에 해당되는 메시지 파일을 전송한다. 호출 엔진은 실제 호출을 수행하기 위한 통신 하드웨어와 이를 제어하기 위한 소프트웨어로 구성된다. 호출 엔진은 별도의 그래픽 사용자 인터페이스를 사용하여 호출 시스템을 실제로 운용하는 의료진과의 인터페이스를 지원한다. 운영자는 이를 통하여 호출 대상자와 메시지를 선택하고 호출 기능을 수행할 수 있다.

그림 1의 데이터베이스 인터페이스는 호출 대상자가 되는 의료진 및 환자 보호자가 인터넷을 통하여 본인의 호출에 필요한 정보들을 기록할 수 있도록 하는 인터페이스를 제공한다. 본 호출 시스템은 메시지의 종류와 호출 시점에 따라서 호출 매체를 결정하는데 이에 필요한 사용자 관련 데이터들은 수시로 변경이 가능하기 때문

에 호출 시스템의 관리자가 일일이 이를 입력하기보다는 호출 대상자들이 직접 본인과 관련된 데이터들을 작성하고 또 수시로 변경할 수 있다. 호출 대상자들은 웹을 통하여 본인과 관련된 데이터들을 입력, 변경하게 되고, 이들 데이터는 에이전트를 통하여 호출 매체를 결정할 때 자동으로 반영된다. 본 시스템에서는 웹을 이용한 사용자의 데이터베이스 인터페이스를 위하여 현재 웹 데이터베이스분야에서 하나의 표준이 되어 가고 있는 XML (Extensible Markup Language)을 사용한다. 데이터베이스 인터페이스를 통하여 입력된 호출 대상자의 호출 정보는 별도의 데이터베이스 테이블로 관리된다.

그림 1의 호출 에이전트는 사용자의 개입 없이 자동으로 수행되며 호출 기능을 수행하기 위해 필요한 사용자 데이터들을 읽어들이고, Dempster-Shafer 이론을 적용하여 호출 매체를 결정하는 일을 수행한다. 에이전트에 의하여 결정된 호출 매체를 이용하여 호출 엔진은 호출 기능을 수행한다. 그리고 호출 작업을 수행하고 나서 호출의 결과를 기록하여 이를 통계자료로 활용하도록 호출 결과를 정리하는 작업을 수행함으로써, 효율적인 호출이 이루어지도록 한다.

3.2 호출 엔진

호출 엔진은 컴퓨터와 전화를 결합하여 메시지 전달 기능을 수행하는 CTI의 핵심기능을 수행한다. 컴퓨터와 전화를 결합하기 위해서는 실제 전화선과 컴퓨터를 연결하기 위한 별도의 하드웨어가 필요하다. 이를 위한 장치로서는 기존에 많이 사용되었던 모뎀이 있고, 모뎀 이외에 다양한 통신 기능과 여러 회선을 지원하기 위한 별도의 통신 장비로서 음성 보드가 있다. 모뎀의 경우에는 음성 파일로 작성된 메시지를 전화선 상에서 재생하는 기능을 갖는 보이스 모뎀을 사용해야 한다. 두 장비 중에서 어떤 것을 선택하는가에 대한 문제는 장비가 이용될 시스템의 성능 및 비용을 고려하여 결정되어야 한다. 본 연구에서는 보이스 모뎀을 이용하여 시스템의 프로토타입을 개발하였고, 이를 이용하여 시험을 수행하였다.

본 호출 시스템을 사용할 중환자실의 경우, 시스템은 중환자실에 근무하고 있는 의료진에 의해 운영된다. 본 연구에서는 실제 대학병원의 중환자실에서 근무하고 있는 의료진과의 회의를 통하여 중환자실에서 발생 가능한 상황과 그에 따른 메시지들의 종류를 정의하였다. 중환자실에서 호출이 필요한 경우와 그 때마다 전달될 메시지들을 정의하였으며, 메시지의 중요도에 따라 메시지들간의 우선 순위를 부여하였다. 정의된 메시지들은 메시지가 전달되는 방법에 따라서 음성 메시지, 문자 메시지로 크게 구분된다. 음성 메시지의 경우는 호출 대상자

와 직접 통화를 할 수 있는 유선 전화 및 휴대 전화 등으로 호출을 시도할 경우에 사용되고, 문자 메시지는 팩스나 전자 우편 등을 이용할 경우 사용된다. 무선 호출기의 경우에는 문자 메시지를 전송하거나 특별히 사전에 정의된 다이얼톤을 발생하여, 메시지를 전송한다. 표 1은 이러한 메시지들을 나타내고 있다.

표 1 호출 시스템의 호출 메시지

우선 순위	메시지 설명	호출 대상자	메시지 내용
1	환자 위독	환자보호자/의료진	환자가 위독하니 중환자실로 급히 오시기 바랍니다.
2	새로운 환자 입원	의료진	새 환자가 중환자실에 입원했습니다. 중환자실로 오시기 바랍니다.
3	환자의 퇴원 요청	의료진	입원 중인 환자가 퇴원을 요청했습니다. 중환자실로 연락 바랍니다.
4	동의서 요청	환자보호자	환자에 관련한 동의서가 필요하니 중환자실로 오시기 바랍니다.
5	환자 이송 명령	의료진(이송 요원)	환자를 이송합니다. 중환자실로 오시기 바랍니다.
6	검사 결과	환자보호자/의료진	환자의 검사 결과가 나왔습니다. 중환자실로 오시기 바랍니다.
7	환자 이송	환자보호자	환자가 병실을 옮겼습니다. 중환자실로 확인하시기 바랍니다.
8	진단서 발급 통보	환자보호자	요청하신 진단서가 나왔습니다.
9	일반 호출	환자보호자/의료진	중환자실입니다. 연락 주시기를 바랍니다.

표 1의 호출 메시지들을 보면 크게 호출 대상자는 의료진과 환자 보호자로 구분할 수 있다. 그리고 의료진의 경우 대학 병원을 기준으로 하여, 호출 대상자는 다시 담당 의사와 인턴, 레지던트, 그리고 이송 요원으로 구분할 수 있다. 한편 메시지를 전달하는 호출 매체로는 유선 전화와 휴대 전화, 팩스, 전자 우편, 호출기 등을 생각할 수 있다. 일반인들의 경우 유선 전화는 다시 집 전화와 사무실 전화, 그리고 등록된 환자 보호자 외 제 2의 다른 보호자의 전화가 있을 수 있고, 이 밖에 휴대 전화, 팩스, 전자 우편 등을 생각할 수 있다. 의료진의 경우에는 일반인들이 사용하는 호출 매체 이외에 병원 내부에서 많이 사용하는 무선 호출기를 추가로 고려하였다.

위에서 언급한 바와 같은 호출 매체에서 유선 전화나 휴대 전화는 호출 대상자의 응답을 확인하여 통화결과를 곧바로 확인할 수 있기 때문에, 긴급한 메시지 전달이 필요한 경우에는 이러한 통화 매체를 이용하여 호출

을 시도해야 한다. 이러한 전화는 한 명의 호출 대상자가 사무실이나 집 전화번호, 휴대 전화를 포함하여 복수개의 전화번호를 가질 수 있다. 그리고 이 경우 첫 번째 호출에서 통화가 실패하면, 다른 통화 매체를 이용하여 통화가 성공할 때까지 계속 통화를 시도해야 한다. 그리고 기타 팩스나 전자 우편 같은 경우는 신속한 메시지 전달은 보장할 수 없지만, 호출 대상자와 직접 통화하기 어려운 시간에 이용할 수 있다. 따라서 전달되는 메시지가 요구하는 특성에 따라서 여러 개의 호출 매체 중에서 적절한 매체를 선택하는 것이 호출 시스템의 중요한 기능이 된다. 메시지 전달 방법에 있어서는 일반 전화나 휴대 전화의 경우에는 사람의 음성을 직접 이용하여 메시지를 전달할 수 있어야 한다. 그리고 팩스나 전자 우편의 경우에는 지정된 문서 형식을 이용하여 메시지를 전달해야 한다.

메시지 전달을 위해 본 시스템에서 사용한 호출 알고리즘은 다음과 같다. 우선 앞에서 정의한 메시지들의 우선 순위에 따라 긴급 호출과 일반 호출로 구분하였다. 긴급 호출은 중환자실의 환자가 위독한 경우 의료진과 환자 보호자를 동시에 호출한다. 이 경우 긴급한 메시지의 전달이 요구되므로 우선적으로 통화의 결과를 확인할 수 있는 일반 전화 및 휴대 전화를 대상으로 호출을 시도한다. 먼저 담당의사를 대상으로 통화를 시도한 후, 환자 보호자를 대상으로 통화를 시도한다. 첫 번째 호출이 실패하면 다른 전화번호를 대상으로 하여 호출을 시도한다. 두 번째 호출이 실패하면 세 번째의 다른 번호로 호출을 시도한다. 세 번째 호출이 실패하면, 다시 첫 번째 전화번호로 호출을 시도하고, 세 개의 전화번호를 대상으로 하여 계속 호출을 시도하게 된다. 이러한 시도는 통화가 성공할 때까지 지속적으로 이루어진다.

일반 호출의 경우에도 긴급 호출과 같은 방식으로 통화를 시도한다. 긴급 호출과 다른 점은 일반 호출의 경우, 시스템에서 정해진 세 번의 통화시도가 모두 실패할 경우, 다른 매체로 호출을 시도한다는 것이다. 일반 호출은 세 번의 통화시도의 결과에 상관없이 다른 호출 매체인 팩스나 전자 우편으로 메시지를 한번 더 전송한다. 만약 호출 대상자가 팩스나 전자 우편을 갖고 있지 않은 경우에는, 긴급 호출과 같은 방식으로 호출이 성공할 때까지 호출을 시도한다.

호출 매체를 결정하는 것은 에이전트에 의해 수행되며, 에이전트는 Dempster-Shafer이론을 적용한 호출 매체 결정 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘은 호출을 수행하는 현재 시간과 통화 기록에 대한 통계값 고려하여 일반 호출 및 긴급 호출시 통화를 시도할 적절

한 호출 매체를 선택하는 기능을 수행한다. 호출 엔진은 에이전트에 의해 선택된 매체에 대하여 통화를 시도하고 선택된 메시지를 전달하는 기능을 수행하고 호출이 종료되면, 호출 기록을 반영하기 위하여 호출결과를 기록한다.

3.3 데이터베이스 인터페이스

본 호출 시스템에서는 각각의 호출 대상자들을 체계적으로 관리하고 사용자의 편의성을 위하여 웹을 이용한 데이터베이스 인터페이스를 사용하였다. 호출 대상자들을 각각 의료진과 환자 보호자로 구분하고, 의료진의 경우 다시 담당의사와 레지던트, 인턴, 이송 요원 등으로 구분하여 별개의 테이블을 사용하였다. 그리고, 이들 모두를 통합하여 호출 대상자의 이름과 호출 번호를 기록하고 있는 호출 정보 테이블을 사용하였다.

그림 2는 환자의 정보를 기록하기 위한 환자 테이블과 의료진 중의 담당의사 테이블, 레지던트, 인턴, 이송 요원 테이블을 나타내었다. 호출 대상자들에게서 필요한 호출 정보는 크게 호출 매체의 번호 데이터와 호출 시간 관련 데이터로 구성된다. 호출 매체의 번호 데이터는 각 호출 대상자가 보유하고 있는 호출 매체들의 번호를 나타내며, 시간 데이터는 호출 대상자의 호출 시간을 구분하여 적절한 호출 매체를 선택하기 위해 필요하다. 일반 환자 보호자들을 대상으로 하는 경우 호출 번호는 집과 사무실, 휴대 전화 번호, 팩스 및 전자 우편 주소와 다른 제 2의 환자 보호자를 지정하여 집과 사무실 번호를 기록하도록 하였다. 그리고 호출 시간은 평일의 근무 시간과 근무 외 시간을 구분하기 위해 호출 대상자의 근무 시작시간과 근무 종료시간을 필요로 한다.

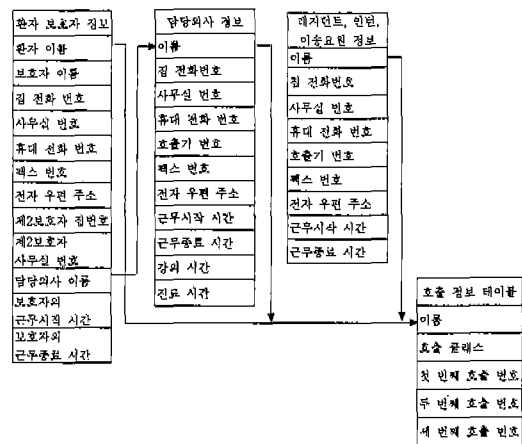


그림 2 호출 정보 테이블의 구조

의료진의 경우에는 일반인과 같이 집, 사무실, 휴대전화, 팩스, 전자 우편 이외에 병원 내에서 의료진들의 호출을 위해 많이 사용하는 무선 호출기 번호를 추가하였다. 호출 시간은 일반인과 같이 근무 시작시간과 근무 종료시간을 구분하여 입력한다. 의료진 중 담당의사의 경우에는 시간을 좀더 세분화하여 진료시간과 강의시간을 구분하였는데, 이는 대학병원의 경우, 담당의사들의 진료시간과 학교에 출강하는 시간을 구분하기 위함이다.

호출 대상자들인 환자 보호자와 의료진들은 자신의 호출 정보를 웹 상에서 입력할 수 있고, 수정할 수도 있다. 이렇게 함으로써 호출 대상자에 따라 수시로 변경 가능한 호출 정보를 호출 대상자들이 쉽게 입력할 수 있고, 변경된 정보를 다시 호출 알고리즘에서 이용할 수 있다. 웹에서 입력된 이들 정보는 XML 형태로 웹 서버에 전달되고 웹 서버는 XML 형태로 받은 이들 정보를 추출하여 각각의 데이터베이스에 입력된 내용을 반영하게 된다. 웹을 통하여 입력된 호출 대상자의 정보는 에이전트에 의해 수시로 읽혀져서 최종적으로 호출 정보 테이블에 반영된다. 호출 정보 테이블은 호출 시스템에서 대상으로 하는 모든 호출 대상자들의 호출 정보를 기록하고 있는 테이블로서 호출 대상자의 이름과 클래스 ID (환자 보호자: 0, 담당의사: 1, 레지던트: 2, 인턴: 3, 이송요원: 4), 호출 매체에 대한 정보를 갖고 있다. 호출 매체의 우선 순위는 시간대 별로 달라진다. 호출엔진은 에이전트에 의해 정해진 우선 순위 순서로 호출을 수행한다. 이 호출 테이블에 각 정보를 기록하는 작업은 일정 시간마다 에이전트가 자동으로 수행한다.

3.4 호출 에이전트

본 호출 시스템에서 사용하는 에이전트는 시스템의 특성 상 단일 태스크 에이전트라고 할 수 있으며, 에이전트의 특성 중 자동수행 능력을 갖고 있다. 이러한 자동수행 특성은 크게 두 가지로 분리할 수 있는데, 어떤 주기성을 갖고 반복적으로 수행하는 주기적인 에이전트와 주기성 없이 시스템의 특정한 이벤트에 반응하여 자동 수행하는 특성으로 구분할 수 있다. 본 시스템의 호출 에이전트는 이 중에서 주기성을 갖는 경우에 속한다고 할 수 있다. 호출 에이전트는 주기적으로 자동 수행되어서 호출 테이블의 내용을 업데이트하고 호출 매체를 결정하는 매체결정 에이전트와, 호출작업을 수행한 후의 호출 결과를 반영한 통화기록을 이용하여 매체 결정 알고리즘에 사용되는 확률값을 변경하는 학습 에이전트로 구분된다. 두 개의 에이전트는 호출 엔진에서 구분하고 있는 호출 클래스 별로 각각 존재하며 지정된 호출 클래스의 데이터들에 대하여 통계확률을 반영하거

나 호출 매체를 결정하는 기능을 수행한다. 에이전트는 처음 활성화된 시점을 기준으로 하여, 우선 학습 에이전트가 수행되고, 5분 후에 매체결정 에이전트가 수행된다. 매체결정 에이전트가 작업을 끝낸 후, 55분간은 다시 백그라운드 프로세서로 시스템에 상주하는 형태를 갖고 있으며 이 작업을 반복한다. 호출 에이전트를 수행하기 위해서 시간을 검사하는 별도의 시스템 에이전트를 사용하였다. 그림 3에 이들 에이전트간의 수행관계를 나타내었다.

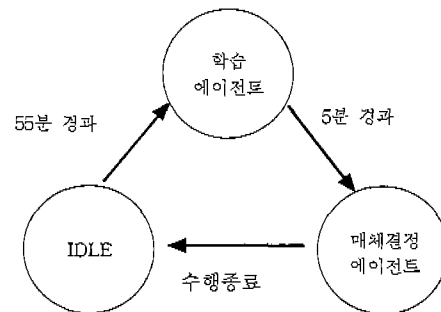


그림 3 에이전트간 수행관계

3.4.1 매체 결정 에이전트

매체 결정 에이전트는 호출 대상자가 웹을 통하여 입력하거나 변경한 호출 정보 데이터들을 읽어와서 이를 반영하고, 에이전트가 활성화된 시점에서 호출 대상자에게 가장 적합한 호출 매체를 결정한다. 매체 결정 에이전트는 매 시간마다 자동으로 수행되어지며, 활성화되면 호출 클래스의 테이블 값을 읽어온다. 그리고 각 호출 대상자 별로 입력된 테이블의 값을 이용하여 호출 시간을 구분한 후, Dempster-Shafer 이론을 적용하여 현재의 시간에 가장 적합한 호출 매체를 호출 대상자 별로 결정한다. 그리고, 결정된 매체와 호출 대상자들을 호출 테이블에 기록한 후 종료한다. 이 과정을 그림 4에 나타내었다.

매체 결정 에이전트는 수행되자마자 에이전트가 수행된 현재 시점을 알아내기 위해 시스템의 현재 시간 값을 읽어오고 이를 이용하여 우선 수면시간인가를 검사한다. 수면시간은 오후 11시부터 오전 7시 사이의 값으로 현재 설정되어 있으며, 현재 시간이 수면시간인 경우, 수면시간의 매체 확률을 이용하여 Dempster-Shafer 이론을 적용하고 가장 확률값이 높은 매체를 선택한다. 현재 시간이 수면시간이 아니면 휴일인가를 검사한다. 휴일의 검사는 시스템의 현재 요일 값을 읽어와서 일요일인가

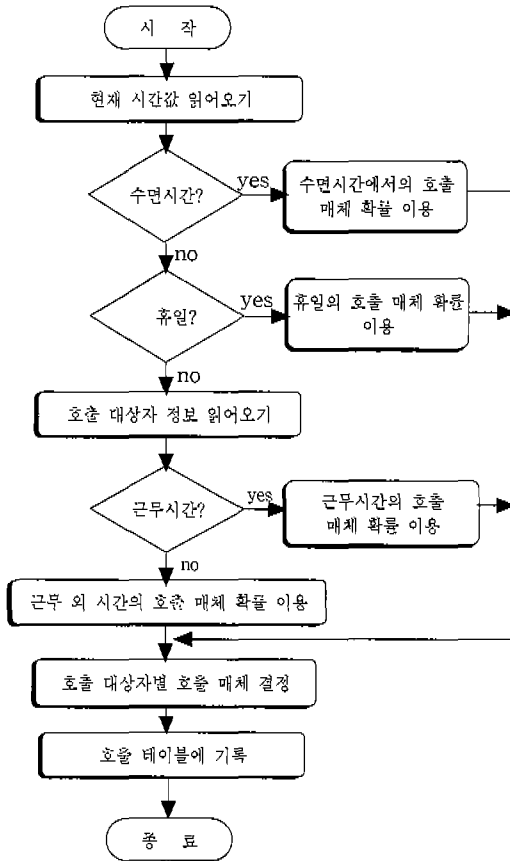


그림 4 매체 결정 에이전트의 작업 순서

를 검사하고, 현재 국내의 국경일과 날짜를 비교하여 판단한다. 현재 시간이 휴일이라면 휴일의 매체 확률을 이용하여 통화 매체를 결정한다. 현재 시간이 수면시간도 아니고 휴일도 아니라면, 평일이라는 가정아래에 호출 대상자의 정보를 읽어와서 호출 대상자의 근무 시작시간과 근무 종료 시간 값을 현재 시간 값과 비교하여 근무시간인지 아닌지를 판단한다. 현재 시간이 근무시간이라면, 근무시간의 매체 확률 값을 이용하고 그렇지 않은 경우에는 근무 외 시간의 매체 확률 값을 이용하여 호출 매체를 결정한다.

매체 결정 에이전트에서 호출 매체를 결정하는 방법은 시간별로 할당된 매체의 통화성공 확률과 통화기록을 반영한 매체의 확률을 Dempster-Shafer 이론을 적용하여 계산한다. 표 2는 환자 보호자의 경우, 시간별로 매체에 할당된 통화성공 확률 값을 나타내고 표 3은 가능한 호출 매체의 각 부분집합들에 대하여 배분된 기본

확률 값을 나타낸다. 다른 호출 클래스들의 경우에도 같은 확률 값들이 사용된다.

표 2 환자 보호자에 대한 시간별 매체의 통화성공 확률 (=m_i)

	H	O	C	S	H _O	H _C	H _S	O _C	O _S	C _S	H _{O_C}	H _{O_S}	O _{C_S}	H _{C_S}
m ₀ (수면시간)	.1	.02	.04	.04	.05	.1	.15	.01	.02	.02	.1	.1	.05	.2
m ₁ (휴일)	.04	.02	.1	.04	.01	.15	.1	.02	.02	.05	.1	.05	.1	.2
m ₂ (평일 근무 시간)	.02	.1	.04	.04	.05	.02	.01	.15	.1	.02	.1	.1	.2	.05
m ₃ (평일 근무 외 시간)	.1	.02	.04	.04	.05	.15	.1	.02	.01	.02	.2	.1	.05	.1

H: 집, O: 사무실, C: 휴대 전화, S: 제2 보호자 집

표 3 Dempster-Shafer 이론을 적용하기 위한 기본 확률값 (=m_i)

H	O	C	S	H _O	H _C	H _S	O _C	O _S	C _S	H _{O_C}	H _{O_S}	O _{C_S}	H _{C_S}
1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14

H: 집, O: 사무실, C: 휴대 전화, S: 제2 보호자 집

매체 결정 에이전트에서 호출 매체를 결정하는 방법은 표 2의 확률과 표 3의 확률을 Dempster-Shafer 이론의 결합법칙을 이용하여 결합함으로써 가장 신뢰도가 높은 매체를 선택하는 것이다. 표 2의 확률을 m_i라고 하고 표 3의 확률을 m_j라고 하면, 이는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$m_i \oplus m_j(z) = \sum_{x \in \{z\}} m_i(x) m_j(y), \text{ for } i=0,1,2,3 \quad (1)$$

$$\sum_{x \in U} m_i(x) = 1, \text{ for } i=0,1,2,3 \quad (2)$$

$$U = (\{H\}, \{O\}, \{C\}, \{S\}, \{H, O\}, \{H, C\}, \{H, S\}, \dots, \{H, O, S\}, \{O, C, S\}, \{H, C, S\}) \quad (3)$$

위의 식 (1)에서 \oplus 는 Dempster-Shafer 이론의 evidence 결합계산을 의미한다. 집합 U는 가능한 통화 매체인 집, 사무실, 휴대 전화, 제 2 보호자 집의 전화번호를 원소로 포함하고 있는 전체집합의 모든 부분집합 중 원소의 개수가 3개 이하인 것을 의미한다. 원소의 개수를 3개 이하로 제한한 것은 본 시스템에서 호출을 시도하는 매체를 세 개만 사용하기 때문이다. 집합 U의 원소로 집, 사무실, 휴대 전화, 제2 보호자의 집만을 선택한 것은 호출 시스템에서 사용하는 호출 매체 중에 호출 실패 가능성을 항상 잠재하고 있는 것만을 대상으로 하기 때문이다. i값은 표 2에서 구분된 시간별 확률

을 의미하는 것으로 0값일 때는 수면시간의 확률을 의미하고 1일 때는 휴일의 확률을 의미하는 것이다. 식 (2)는 Dempster-Shafer 이론을 적용하기 위하여 각각의 확률이 만족해야 하는 제약조건이다.

표 3의 확률 m_i 는 호출 시스템의 통화 기록 및 매체의 유무를 반영하기 위한 확률값이다. 본 호출 시스템에서는 호출 대상자가 집, 사무실, 휴대 전화 및 제 2환차 보호자의 집 전화번호가 있다고 가정을 하였으나 어떤 경우에는 이 가정이 성립하지 않을 수도 있다. 이 때 호출 대상자에게 없는 매체가 있을 경우, 이를 반영하기 위하여 m_i 의 확률값을 변경한다. m_i 의 초기값은 모든 부분집합에 대하여 확률값을 균등하게 분배한 형태이다. 그러나 표 3에 정의된 호출 매체 중 없는 매체가 있다면 그 매체의 확률값을 표 3에서 0 값으로 변경하고, 식 (2)를 만족하기 위하여 감소한 확률값을 다른 매체의 확률값에 배분한다. 또한 시스템에서 수행한 호출 결과를 통계자료로 활용하기 위하여 학습 에이전트는 각 호출 시간에 수행한 호출 결과를 분석하여 이를 확률 값에 반영하는데 이 때에 m_i 값을 변경하게 된다.

매체 결정 에이전트는 위와 같은 방법으로 현재 시간에 가장 통화 성공률이 높은 호출 매체 세 개를 예측하고 예측된 결과를 호출 데이터베이스에 기록한 후 작업을 종료한다. 매체 결정 에이전트는 매 시간마다 자동으로 수행되며, 활성화 될 때마다 위와 같은 작업을 반복한다. 한편 매 시간마다 주기적으로 수행되어야 하기 때문에 에이전트는 시스템의 리소스를 가장 적게 차지하는 방법으로 수행되어야 한다. 따라서 본 시스템에서는 백그라운드 프로세스로 수행되는 별도의 시스템 에이전트를 사용하였다. 시스템 에이전트는 윈도우즈에서 시스템 리소스를 가장 적게 차지하는 윈도우즈의 시스템 트레이 상에서 수행되며, 매 시간마다 활성화된다. 활성화 되었을 때 매체 결정 에이전트와 학습 에이전트를 수행하고 작업을 종료한 후에는 다시 백그라운드 프로세스로서 시스템 상에서 상주하게 된다.

3.4.2 학습 에이전트

학습 에이전트는 항상 매체결정 에이전트가 활성화되기 전에 먼저 활성화된다. 이것은 학습 에이전트가 매체 결정 에이전트에서 사용할 확률 값을 결정하는 작업을 수행하기 때문이다. 본 호출 시스템에서 사용하는 호출 매체 결정 알고리즘은 크게 두 가지 확률을 이용한다. 그 첫 번째는 각 시간대에 따라 매체별로 설정된 확률 값이고, 다른 하나는 매체의 유, 무 및 통화기록을 반영한 보조 확률 값이다. 보조 확률 값은 사용자에 따라서 보유하고 있는 매체를 반영하는 한편, 같은 시간대에 이

루어진 통화기록이 존재하면, 이를 반영한다. 보조 확률 값의 초기 값은 각 매체에 균등한 확률을 부여한 것으로 앞의 표 3에 나타내었다.

이 때 주의할 것은 각 매체의 확률 값을 변경할 때에는 반드시 식 (2)를 만족해야 한다는 것이다. 학습 에이전트는 우선 활성화되면, 사용자의 데이터베이스 정보에서 데이터를 읽어와서 사용자에 따라 없는 매체를 조사한다. 만약 호출 대상자가 보유하고 있지 않은 매체가 있다면 이 매체의 확률 값을 0으로 변경하고, 줄어든 값을 다른 매체에 배분한다. 배분방식은 각 집합이 보유하고 있는 원소 수에 따라 달라진다. 하나의 매체를 보유하고 있는 집합에서는 감소한 매체의 확률 값을 등분하여 각 확률 값에 더한다. 원소의 개수가 두 개인 집합에서는 없는 매체를 포함하고 있는 집합의 확률 값을 반으로 줄이고, 줄어든 값을 없는 매체를 포함하고 있지 않은 다른 집합에 합한다. 이는 원소의 개수가 세 개인 집합에도 같은 방식으로 작동한다. 결국, 원소의 개수가 하나인 집합들의 전체 확률 값의 합과 두 개, 세 개인 집합들의 전체 확률 값의 합은 식 (2)를 만족하기 위하여 항상 일정한 값을 유지한다. 그림 5에 학습 에이전트의 기능을 순서도로 나타내었다.

통계확률은 어떤 호출 대상자에 대하여 현재 시간에

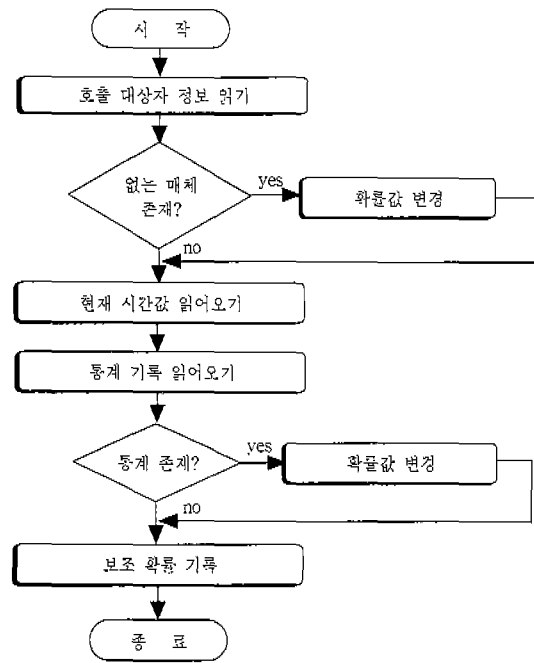


그림 5 학습 에이전트의 작업 순서

어떤 매체로 통화를 시도한 기록이 있을 경우 이를 반영하기 위하여 적용한다. 이를 위하여 모든 호출 대상자에 대하여 별도의 통계용 데이터베이스를 관리하며, 이 테이블에는 각 시간별 호출을 시도한 매체의 시도횟수와 성공횟수가 기록되어 있다. 호출 엔진에서 통화를 시도하면, 호출 엔진은 각각의 호출 번호에 대하여 통화를 시도한 횟수와 그 결과를 이 테이블에 기록한다.

학습 에이전트는 현재 시간을 참조하여 통계 테이블에서 각 호출 대상자들의 호출 통계 기록을 읽어온 후, 이를 보조 확률값에 반영한다. 통계 기록이 있는 매체의 경우에 그 시도 횟수와 성공 횟수를 읽어온 후, 실패 횟수를 알아내고 한 번 실패한 횟수에 대하여 원래 확률값에서 일정 비율을 감소시키는 방식을 사용한다. 이 때 감소된 확률은 앞에서 없는 매체의 확률을 변경할 때와 같은 방법으로 수식 (2)를 만족하기 위하여 다른 집합에 배분된다. 이런 식으로 현재 시간에 호출을 수행한 과거의 기록을 통계에 반영한다. 이와 같은 작업을 수행한 후 학습 에이전트는 종료한다.

4. 시스템 구현

4.1 호출 엔진의 구현

컴퓨터와 전화를 결합시키기 위해서는 앞에서 설명한 대로 별도의 하드웨어 장비가 필요하다. 이를 위해서 사용 가능한 하드웨어 장비로는 보이스 모뎀과 음성 보드를 들 수 있다. 보이스 모뎀은 통신용 장비로서 컴퓨터와 전화를 연결시켜주는 초기장비인 모뎀에 사운드를 재생하는 기능을 첨가한 것으로서 자동 응답장치의 구현에 많이 사용되던 장비이다. 음성 보드는 CTI시스템에 대한 요구가 개인용 시스템에서 기업용으로 확장되면서 다중 회선을 지원하는 기능과 세부적인 호 제어를 구현할 수 있도록 개발된 통신 전용 장비이다. 보이스 모뎀은 저가인 반면 그 기능에 제한이 많고, 음성 보드는 고가이지만 정밀한 호 제어 기능을 포함하고 있으며, 다중 회선을 지원한다. 보이스 모뎀은 대부분 팩스 전송 기능을 포함하고 있고, 음성 보드는 팩스 전송 기능을 포함하는 제품을 사용해야 한다.

보이스 모뎀은 모뎀이 컴퓨터용 통신 장비의 주종을 이루던 과거에는 주요한 장비 중의 하나로서 많은 업체들이 이를 생산하였으나, 근래에 음성 보드 및 랜카드 등의 통신장비들이 보편화되면서 그 수요가 급감하여 현재는 그 종류도 적고 많이 유통되지도 않고 있다. 또한 앞에서 언급하였듯이 호 제어 기능이 음성 보드보다는 부족하여 기능상의 제약점이 많다. 하지만 보이스 모뎀은 음성 보드에 비하여 설치가 간편하고, TAPI 컴포

넌트를 이용함으로써 개발 시간을 단축할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 보이스 모뎀을 이용하여 시스템의 프로토타입을 개발하였다.

음성보드나 보이스 모뎀을 컴퓨터에 장착한 후, 이의 제어를 위해서는 개발사에서 제공하는 개발도구 및 라이브러리를 사용한다. 개발도구로는 C++ 및 Visual Basic 등이 가능하다. 본 연구에서는 보이스 모뎀을 PC에 설치한 후, C++ builder와 TAPI용 컴포넌트인 AsyncPro를 사용하여 호출 엔진을 개발하였다.

호출 엔진에서 수행하는 기능은 호출 알고리즘에서 정해진 세 개의 번호로 통화를 시도하는 것이다. 전달할 메시지가 긴급 호출인 경우에는 앞에서 설명한 방식처럼 통화가 성공할 때까지 계속 호출을 시도한다. 긴급 호출이 아닌 일반 호출의 경우, 처음부터 차례대로 세 개의 번호로 통화를 시도하고, 모두 실패했을 경우 자동으로 팩스나 전자 우편을 이용하여 메시지를 송신한다. 통화가 성공하는 것은 통신선 상에서 상대방의 목소리를 감지함으로써 가능하다. 통화 실패는 상대방의 전화가 통화 중이거나 응답이 없는 경우를 의미한다. 이를 탐지하기 위해서는 통신용 하드웨어에서 이를 탐지할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 보이스모뎀 및 음성보드 대부분의 제품은 현재의 라인이 통화중인 것을 감지할 수 있는 반면, 상대방이 응답하지 않는 경우는 탐지하기가 힘들다. 이를 위해서는 시스템에서 신호응답신호(Ringback)를 조사하거나 통화 시도후 일정시간 동안 기다린 후, 통화를 취소하는 방식을 사용해야 한다. 세 번의 통화시도중 한번이라도 성공한다면, 메시지에 따라서 사전에 정의되어 녹음되어진 음성 파일을 전화선 상

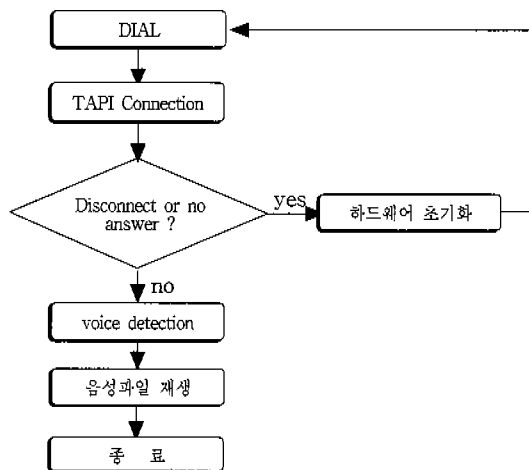


그림 6 보이스 모뎀의 이벤트 플로우

에서 반복 재생한다. 메시지의 재생이 완료되면, 호출을 종료하고 호출 결과를 기록한다. 현재 보이소템에서 발생하는 이벤트들의 플로우는 다음의 그림 6과 같다.

그림 6에서 TAPI Connection은 보이소 템이 통화를 시도하기 위해 다이얼을 누르는 순간에 발생하는 이벤트이다. 다이얼을 시도한 후, 상대방이 통화 중이거나 응답을 하지 않으면, 하드웨어를 다시 초기화하고 호출 메시지에 따라서 같은 매체, 혹은 다른 매체로 재 통화를 시도한다. 연결이 제대로 수행되어 상대방의 목소리를 감지하면, 미리 정의된 메시지 음성파일 (wave)을 반복 재생하고 하드웨어를 다시 초기화하는 과정을 거쳐서 작업을 종료한다.

호출 엔진은 그림 7과 같은 인터페이스를 갖고 있다. 긴급 호출의 경우, 자동으로 호출 대상자들인 환자들의 목록을 나열하여 호출하고자 하는 대상자를 쉽게 선택할 수 있도록 하였으며, 환자 보호자나 담당 의사 중 하나를 선택할 수 있도록 하였다. 일반 호출의 경우에는 호출 대상자별 데이터베이스와 전달하는 메시지를 사용자가 선택할 수 있도록 하였다. 호출 대상자별 데이터베이스를 지정하면, 지정된 데이터베이스의 호출 대상자 목록이 나타나고, 목록 중에 원하는 대상자를 선택한 후, 전달하려는 메시지를 선택할 수 있다. 일반 호출의 경우에는 그 외에도 직접 호출 매체를 사용자가 지정할 수도 있도록 하였다. 그림 7은 현재 긴급 호출을 수행하는 화면을 표시하고 있으며, 긴급호출과 일반호출 화면 이외에 현재 데이터베이스에 등록되어 있는 호출 대상자들을 조회할 수 있는 페이지를 포함하고 있다. 그리고 마지막으로 전자 우편을 전송하기 위해 사용하는 서버의 계정을 등록하기 위한 시스템 옵션 페이지가 있다.

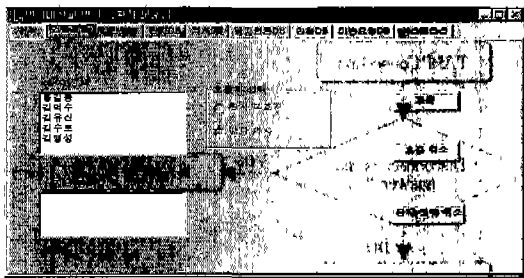


그림 7 호출 엔진의 수행 모습 (긴급 호출)

위의 그림 7의 호출 엔진은 콘솔 응용프로그램으로 개발된 모습이며, 실제로는 activeX 컨트롤의 형태로 웹 페이지에 삽입된다. ActiveX 컨트롤의 형태로 호출 엔

진을 개발함으로써 시스템의 사용자는 스트리밍 서비스를 지원하는 웹 환경에서 환자 보호자나 의료진의 질문에 답변하거나 환자의 모습을 관찰하면서 쉽게 호출 시스템을 사용할 수 있다.

4.2 웹 사용자 인터페이스의 구현

호출 시스템의 호출 대상자는 환자 보호자와 의료진이고, 호출 매체를 결정할 때, 호출 대상자의 근무시간이 중요한 변수임을 앞에서 보았다. 그런데 의료진이나 일반인의 경우, 직접적 특수성 때문에 근무시간이 자주 바뀌는 수도 있을 수 있고 호출 매체의 변화가 수시로 바뀔 수도 있다. 그리고 병원내의 의료진의 숫자나 중환자실에 입원 중인 환자의 수는 통상 수십 명에 달하는 많은 인원이기 때문에 이들 데이터를 관리자 한 사람이 수정하고, 관리하는 것은 힘든 일이다. 따라서 본 시스템에서는 호출 대상자인 의료진과 환자 보호자들이 스스로 이러한 데이터를 조정할 수 있도록 인터넷 상의 웹을 이용한 사용자 인터페이스를 제공하였다. 호출 대상자들은 지정된 홈페이지에 접속하여 자신의 호출 정보와 관련된 데이터들을 수시로 변경하거나 입력할 수 있다. 이들이 입력한 데이터는 호출 시스템에 사용하는 호출 대상자 데이터베이스에 곧바로 반영되고, 호출 에이전트는 새로 입력된 정보나 변경된 정보를 바로 이용할 수 있도록 지원한다.

본 시스템에서는 이러한 웹 상의 사용자 인터페이스를 차세대 웹 데이터베이스의 표준이라고 할 수 있는 XML을 이용하여 개발하였다. XML을 이용한 것은 XML 자체가 하나의 표준이 될 수 있는 가능성을 가지고 있고, 향후 이를 이용한 응용분야가 많아질 것이라는 전망에 비추어 서이다. 본 시스템에서는 클라이언트의 웹 페이지에서 사용자가 입력한 데이터를 서버에 전송할 때 이러한 XML을 사용하였다. XML은 크게 데이터의 형태를 규정하는 DTD (Document Type Definition)와 이를 웹 상에 전시하기 위한 방법을 결정하는 부분으로 나누어 생각할 수 있다. 본 시스템에서는 XML을 서버와 클라이언트의 전송 목적으로만 사용하기 때문에 호출 시스템에서 사용할 데이터의 형식을 규정하고, 이를 XML 문서로 만들어 서버에 전송한다. 클라이언트에서는 자바 스크립트를 사용하여 사용자가 입력한 데이터를 XML 문서로 작성하고, 이를 POST 방식으로 서버에 전송한다. 서버에서는 전송된 XML 문서를 받아 이를 데이터베이스에 저장하기 위하여 DOM (Document Object Model)과 Visual Basic 스크립트를 사용하여 XML 문서를 해석한다.

4.3 호출 에이전트의 구현

호출 에이전트는 호출 시스템과 관련되어서 호출 대

상자의 정보와 호출 알고리즘을 통한 호출매체 결정을 수행하는 매체 결정 에이전트와 학습에이전트의 두 가지로 구분된다. 그리고 이외에 윈도우즈의 시스템 트레이에서 백그라운드로 수행되며, 시간이 되었을 때 매체 결정 에이전트와 학습 에이전트를 각각 활성화시켜주는 시스템 에이전트가 있다. 현재 호출 시스템은 윈도우즈 98상에서 운영되기 때문에, 윈도우즈 98상에서 백그라운드로 프로세스를 운영하기 위해서는 윈도우즈의 시스템 트레이에서 에이전트를 운영하는 것이 바람직하다. 시스템 트레이에서 에이전트를 수행함으로써 사용자에게 현재 에이전트가 수행중임을 알 수 있게 하고 사용자가 필요한 때에 마우스로 직접 에이전트의 기능을 제어할 수 있다. 시스템 에이전트는 윈도우즈의 시스템 트레이를 이용하기 위해 윈도우즈에서 제공하는 별도의 API를 이용한다. 이러한 API는 응용프로그램을 윈도우즈 시스템 트레이에 아이콘화시켜서 활성화시키고, 타이머를 설정하여 에이전트의 기능을 조정하고, 마우스 이벤트에 반응하여 도움말을 전시하거나, 아이콘을 바꾸고, 서브팝업메뉴를 활성화시키는 것들로 구성된다. 시스템 에이전트는 처음 활성화되었을 때 시스템 트레이에서 아이콘화되어 운영되며, 에이전트의 동작과 활성화를 제어하기 위한 몇 가지의 팝업메뉴를 포함한다. 그리고 시스템 에이전트는 활성화되는 순간부터 타이머를 가동하여 지정된 시간이 지나면, 매체결정 에이전트나 학습 에이전트를 수행하고 다시 시스템 상에 상주한다. 시스템 에이전트에서 두 개의 에이전트를 활성화시키는 방법은 일반 윈도우즈 응용프로그램에서 외부프로그램을 호출하기 위한 시스템 API를 이용한다.

본 연구에서는 시스템 에이전트를 개발하기 위하여 마이크로 소프트의 Visual C++ 6.0을 사용하였고, 학습 에이전트와 매체 결정 에이전트의 개발에는 Inprise C++ builder 4.0을 이용하였다. 시스템 에이전트는 윈도우즈 시스템과 밀접한 관계가 있기 때문에 마이크로소프트사의 개발 도구를 이용하는 것이 훨씬 편하기 때문이고, 실제 호출기능과 관련된 에이전트는 시스템 에이전트와 독자적으로 수행되는 것이기 때문에 사용이 편리한 RAD (Rapid Application Development) 도구인 C++ builder를 사용하였다.

에이전트 개발과 관련된 또 하나의 중요한 요인은 데이터베이스의 운영 방안이다. 앞에서 언급한 바와 같이 호출 대상자와 관련된 사용자 호출정보 데이터베이스는 XML을 이용하여 ASP 형태의 웹 페이지에서 접근하기 때문에 이에 가장 적합한 MS Access 데이터베이스를 사용하였다. 이는 ODBC(Open Database Connectivity)

를 이용하여 호출엔진 및 호출 에이전트와 연결된다. 한편 매체결정 에이전트와 학습 에이전트에서 사용하는 호출관련 확률 데이터는 호출정보 데이터베이스와 별도로 운영될 수 있기 때문에 Paradox 데이터베이스를 이용한 테이블에 저장된다. 그리고 이들 데이터와 에이전트의 연결은 에이전트 개발도구인 C++ builder에서 사용하는 데이터베이스 엔진인 BDE (Borland Database Engine)를 사용하였다. 서로 다른 개발 도구와 데이터베이스를 사용하였지만, 본 시스템의 경우 실제 호출을 수행하는 호출 엔진과 호출 알고리즘을 수행하는 에이전트 부분을 독자적으로 개발하고 이들간의 데이터교환은 공통된 데이터베이스를 이용하는 것으로 이루어지기 때문에 이런 방식이 더 효율적이라고 할 수 있다.

그림 8은 시스템 에이전트가 시스템 트레이에서 아이콘화되어서 수행되고 있는 모습이다. 그림 8(a)는 학습 에이전트가 활성화된 시점에서 에이전트의 모양이고 A자 아이콘 모양을 갖고 있다. 그림 8(b)는 매체결정 에이전트를 수행하고 백그라운드 프로세스 상태로 상주하는 모습이며 W자 아이콘 모양을 갖고 있다.

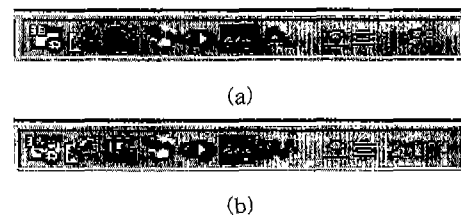
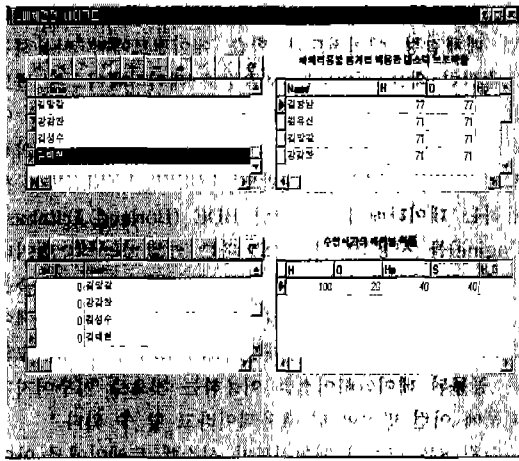


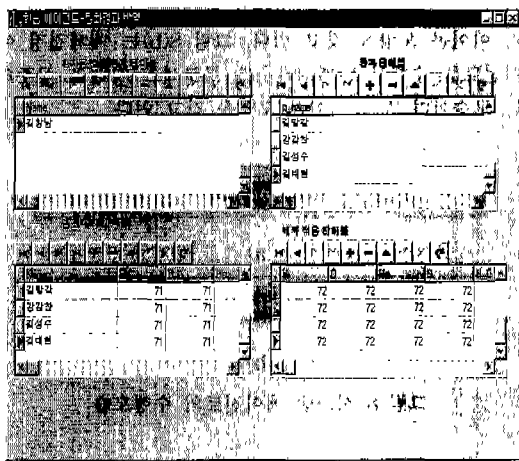
그림 8 시스템 에이전트의 수행모습

그림 8에서 시스템 에이전트의 아이콘 위에 마우스를 이동하고, 오른쪽 버튼을 클릭하면 에이전트의 동작을 제어하는 세 가지의 팝업 메뉴 즉, 에이전트의 종료, 매체결정 에이전트의 실행, 학습 에이전트의 수행을 나타내는 메뉴가 나타나고 이를 이용하여 시스템 에이전트를 사용자가 마음대로 운영할 수도 있게 하였다.

그림 9(a)는 환자 보호자를 대상으로 하는 매체결정 에이전트를 그림 9(b)는 학습 에이전트의 모양을 나타내고 있다. 각각의 에이전트는 정해진 기능을 수행하기 위하여 이용하는 데이터베이스 테이블의 내용을 나타내고 있다. 실제로 에이전트가 동작할 때에는 지정된 작업 수행 후 곧 바로 기능을 종료하기 때문에 이들의 모양을 사용자가 볼 수는 없으나, 관련된 데이터베이스 테이블의 내용을 보면, 에이전트가 수행되어서 그 값이 변경되어졌음을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

그림 9 매체결정 에이전트와 학습 에이전트

5. 수행 결과 및 분석

앞에서 설명한 구현 과정을 거쳐서 윈도우즈를 사용하는 펜티엄급의 PC에서 호출 시스템을 구현하였고, 이를 이용하여 다음과 같은 시험을 수행하였다. 우선 호출 엔진을 시험하기 위해서 각 메시지에 해당하는 음성파일들을 만들어 이를 시스템에 저장한 후, 보이스 모뎀을 이용하여 호출을 수행해 보았다. 그리고 호출 알고리즘을 시험하기 위해서 본 연구에서 제안한 호출 알고리즘을 사용하는 별도의 시험용 시뮬레이터를 만들어 시험을 수행하였다.

호출 엔진의 시험에서는 서로 다른 업체의 보이스 모

뎀들을 사용하여 시험을 수행하였다. 앞서 지적하였듯이 현재 시중에는 보이스 모뎀의 경우 수요가 급증하고 있는 상황이고 대부분의 기존 업체들도 보이스 모뎀의 생산을 중단한 상태이기 때문에 제품의 종류가 많지 않은 편이어서 구입이 가능한 모뎀에 대해서만 시험을 수행하였다. 시험해 본 결과 호출 시스템에서 호를 정밀하게 제어하기 위해 요구되는 호관련 이벤트의 탐지 기능이 보이스 모뎀에는 부족함을 알 수 있었다. 호출이 성공했을 경우의 호 제어에는 별 문제점이 없으나, 상대방이 응답하지 않거나 통화중일 경우의 이벤트를 탐지하는 기능이 사용하는 모뎀의 기종에 따라 달라진다는 것을 확인할 수 있었고, 이 기능이 있더라도 대부분 잘 동작하지 않았다. 이는 모뎀과 관련하여서는 통일된 표준이 마련되지 않아서 생산 업체마다 다른 기능들을 제공하기 때문에 표준 API인 TAPI와의 호환에 문제가 있는 것으로 보인다. 보이스 모뎀이 가진 기능상의 제약점은 다음과 같다. 본 호출 시스템에서 요구되는 호 제어 기능은 우선 메시지의 전달이 성공적으로 수행되었는가를 판단할 수 있어야 한다. 통화 시도 후 호출 상대방번호가 통화 중이라든가, 혹은 상대방의 응답이 없는 경우, 이를 통화 실패로 탐지하고 다른 번호로 호출을 시도하든가, 같은 번호로 다시 호출을 시도하는 등의 방법이 요구된다. 통화 실패를 확인하기 위하여 음성 보드의 경우, 통화 중의 신호 감지와 통화에 응답하는 상대방의 목소리 톤을 감지하여 이를 확인할 수 있으나, 보이스 모뎀의 경우에는 이런 기능이 부족하다. 또 통화 실패시, 기존의 호출을 취소하고 다른 번호로 통화를 시도하려면, 통신 장비를 다시 초기화하여야 하는데, 현재 보이스 모뎀은 이 기능을 잘 지원하지 않는다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 보이스 모뎀의 경우 통화 성공을 탐지하기 위하여 메시지를 수신중인 상대방이 발생하는 다이얼톤을 감지하는 방식을 취하였다. 이는 상대방이 메시지를 청취하는 동안 메시지에 따라 특정한 다이얼 버튼을 누르게 하여 이를 탐지하면 메시지 전달이 성공한 것으로 처리하는 방식이다. 이러한 방식을 사용할 경우, 본 논문에서 제안한 호출 알고리즘의 적용이 가능하지만, 통화가 실패할 경우 이의 처리에 오랜 시간지연이 생기는 단점이 있다. 따라서 본 호출 시스템과 같이 정밀한 호 제어를 필요로 할 경우에는 음성 보드의 사용이 더 바람직하다고 할 수 있겠다. 음성 보드는 보이스 모뎀과 비교하여 가격이 비싸고, 대부분의 음성 보드들이 다중 회선을 지원하기 때문에 단일 회선만을 이용할 경우 상대적으로 낭비 요인이 발생하는 단점이 있다. 하지만 보이스 모뎀에서 지원되

지 않는 각종 호 제어 기능이 적용되기 때문에, 이를 이용하면 보다 세밀한 제어와 다양한 기능을 구현할 수 있다. 음성보드는 현재 국내 산업체에서 개발한 제품도 있으나, 시장에 가장 많이 공급된 제품은 다이얼로직사의 제품이다. 그리고 이 밖에 뮤직 텔레콤사를 들 수 있다. 현재 기존의 호출 엔진을 보완하기 위하여 뮤직 텔레콤사의 팩스와 호 제어 기능을 포함하는 음성보드 제품을 사용한 엔진을 Visual Basic 6.0을 이용하여 개발 중이다. 호출 엔진의 기능을 보완함으로써, 보다 정밀한 호 제어가 가능해지고 다중 회선이 지원되므로 동시에 다중 호출이 가능해질 것이다.

본 연구에서 제안한 호출 알고리즘을 시험하기 위해 시스템의 호출 알고리즘을 적용한 시뮬레이터와 에이전트를 이용하여 시험을 수행하였고 그 결과를 표 4-6에 나타내었다. 시뮬레이터는 본 시스템에서 사용하는 호출 알고리즘을 시험하고 호출 알고리즘에서 사용하는 확률값들의 초기값과 변경 비율을 결정하기 위하여 개발되었다. 시뮬레이터는 매체 결정 에이전트와 학습 에이전트의 기능을 동시에 수행하고, 각 확률값들을 쉽게 변경할 수 있는 사용자 인터페이스를 지원한다. 제안한 호출 알고리즘에서 각 매체별로 설정된 확률의 초기값들은 처음 수행 시 매체를 선택하는데 영향을 미치고, 변경 비율은 통계 기록을 반영하여 매체를 결정할 때 영향을 미친다. 또한 이들 확률값들은 결정된 매체간의 우선순위를 결정하는 데에도 영향을 미친다. 시뮬레이터에서는 각 호출 클래스와 매체 및 시간별로 임의의 확률값을 입력하고 변경비율을 조정하면서, Dempster-Shafer 이론을 적용하여 결정되는 매체와 각 매체의 확률값을 확

인할 수 있다. 이 시뮬레이터를 이용하여 확률값을 변경하면서 시험을 반복하여 각 호출 클래스별 매체의 확률값, 그리고 확률 변경시 변경되는 값의 비율을 결정하였다. 표 4-6의 결과는 환자 보호자를 대상으로 시뮬레이터를 이용하여 수행한 결과를 나타내고 있다.

표 4에는 호출 대상자가 모든 호출 매체를 다 보유하고 있고, 통화기록이 없이 처음 호출을 수행할 때 선택되는 매체들과, 호출 대상자가 어느 한 매체를 갖고 있지 않을 경우, 그리고 특정한 시간대에 호출 매체에 관련된 통화기록이 있는 경우를 나누어서 각각의 경우에 이진트에 의해 선택되는 매체를 보여주고 있다. 이 결과를 보면 처음 호출의 경우, 사전에 정의한 매체별 확률에 의거하여 매체가 선택되는 것을 알 수 있다. 즉 사전에 정의된 각 매체의 통화성공 확률값 순으로 매체가 선택된다. 또 호출 대상자에 따라서 매체가 없거나, 통화 기록이 있는 경우는 이것이 반영되어서 다른 매체를 선택하는 것을 확인할 수 있다.

표 5와 표 6의 결과는 시간별 매체의 확률값과 통계 기록 반영시 확률 변경비율을 달리하면서 얻은 시험결과이다. 표 5와 표 6의 시험은 시스템의 호출 알고리즘에서 사용할 시간별 매체의 확률값과 통계기록 적용시 반영할 확률 변경값을 결정하기 위한 것이다. 표 5의 결과는 시간별로 매체에 할당된 표 2의 확률값을(H: 0.120 O: 0.02 C: 0.03 S: 0.03)으로 변경하여 얻은 결과이고 표 6의 결과는 표 2의 시간별 매체의 확률값을 그대로 이용하여 얻은 결과이다. 이 결과를 이용하여 시스템에서 사용하는 매체의 확률값과 통계적용 시 변경할 확률값을 결정하였다. 이 결과를 비교해 보면 표 2의 확률값

표 4 호출 알고리즘을 적용하여 결정되는 호출 매체

시간 \ 확률	수면시간			휴일			평일의 근무시간			평일의 근무 외 시간		
	1 매체	2 매체	3 매체	1 매체	2 매체	3 매체	1 매체	2 매체	3 매체	1 매체	2 매체	3 매체
기본확률	H	S	C	C	H	S	O	C	S	H	C	S
H가 없는 경우	S	C	O	C	S	O	O	C	S	C	S	O
O가 없는 경우	H	S	C	C	H	S	C	S	H	H	C	S
C가 없는 경우	H	S	O	H	S	O	O	S	H	H	O	S
S가 없는 경우	H	C	O	C	H	O	O	C	H	H	C	O
H (4/5) ¹	H	S	C	C	H	S	O	C	S	H	C	S
O (2/9) ²	H	C	S	C	H	S	C	H	O	H	C	S
C (2/4) ³	H	O	S	H	O	S	O	H	S	H	O	S

H: 집, O: 사무실, C: 휴대 전화, S: 제2 보호자 집

1: H (4/5) H의 통화 기록이 5번 시도하여 4번 성공한 경우

2: O (2/9) O의 통화 기록이 9번 시도하여 2번 성공한 경우

3: C (2/4) C의 통화 기록이 4번 시도하여 2번 성공한 경우

표 5 매체별 확률을 변경했을 때 결정되는 호출 매체 (근무 외 시간)

통화기록 매체 ¹	확률변경값	통화기록 ²	1 매체	2 매체	3 매체
H	5%	4/5	H	C	O
		1/11	C	H	O
		1/20	C	O	H
	10%	4/5	H	C	O
		2/9	C	O	H
		2/4	C	O	S
	15%	4/5	H	C	O
		2/9	C	O	S
		2/4	C	O	S
	20%	4/5	H	C	O
		2/9	C	O	S
		2/4	C	O	S

H: 집, O: 사무실, C: 휴대 전화, S: 제2 보호자 집
 1: 통화기록이 존재하는 호출 매체 H (Home)
 2: N/M: M번 통화할 시도하여 N번 성공한 경우

표 6 통화기록을 적용하여 결정되는 호출 매체(근무 외 시간)

통화기록 매체 ¹	확률변경값	통화기록 ²	1 매체	2 매체	3 매체
H	5%	1/6	H	C	O
		1/11	C	H	O
		1/16	C	H	O
		1/21	C	O	H
	10%	4/9	C	H	O
		1/11	C	O	H
		1/16	C	O	S
	15%	1/21	C	O	S
		1/6	C	O	H
		1/11	C	O	S
		1/16	C	O	S
	20%	1/21	C	O	S
		1/6	C	O	S
		1/11	C	O	S
		1/16	C	O	S

H: 집, O: 사무실, C: 휴대 전화, S: 제2 보호자 집
 1: 통화기록이 존재하는 호출 매체 H (Home)
 2: N/M: M번 통화할 시도하여 N번 성공한 경우

을 이용하는 경우가 보다 합리적인 선택을 하고 있다. 그리고 표 6의 결과를 보면 적절한 확률 변경값을 선택할 수 있다. 이 결과들을 보면, 호출 기록과 호출 시간에 따라 호출 매체를 합리적으로 선택하고 있음을 알 수 있다. 다른 호출 대상자들인 담당 의료진 및 인턴, 레지던트, 이송요원들의 경우에도 각 시간대별로 확률값을 설정함으로써 시간대별 특성에 맞는 호출 매체들을 선택할 수 있었다.

호출 시스템에서 에이전트를 사용함으로써 얻게 되는 이점은 다음과 같다. 우선 에이전트를 이용함으로써 실제 호출 작업을 수행할 때 드는 수행시간을 단축할 수 있었다. 호출 작업을 수행하는데 필요한 시간이 커질수록, 그리고 호출 작업이 빈번하게 일어날수록 이러한 이점은 더욱 부각된다. 호출을 수행할 때마다 제안한 호출 알고리즘을 수행하는 방식과 에이전트가 자동으로 호출 매체를 결정하는 방식을 비교하면, 전자의 경우 호출의 수행 횟수와 호출 수행 시간에 따라 시스템의 수행 시간이 증가하지만, 에이전트를 사용하면 수행 횟수에 상관없이 일정한 수행 시간을 보장할 수 있다. 또 전자의 경우에는 호출을 수행할 때마다 매번 호출 매체를 결정하는 작업을 반복해야 하지만, 에이전트를 이용함으로써 이러한 중복을 어느 정도 막을 수 있었다.

또한 본 시스템에서는 에이전트를 이용하여 시스템에서 요구하는 비즈니스 로직과 실제 수행모듈을 분리시킴으로써 다른 CTI 시스템으로의 확장이 가능해졌다. 병원의 중환자실 뿐만 아니라, 산업체의 여러 분야에서 응용되는 자동 호출 센터의 경우, 에이전트에서 수행하는 기능만을 따로 설계하여 구현하면, 곧바로 응용 제품을 개발할 수 있는 것이다. 에이전트를 이용한 이러한 시스템 플랫폼은 CTI 시스템 뿐만 아니라 다른 의사결정 시스템에도 적용이 가능하다.

6. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 컴퓨터와 전화를 연결시켜 사용하는 CTI 시스템으로서 병원의 중환자실에서 사용할 호출 시스템을 개발하였다. 개발한 호출 시스템은 환자 보호자와 의료진을 대상으로 정의된 메시지를 여러 전달 매체를 이용하여 자동으로 전달하는 기능을 수행하며, 호출 시간과 메시지에 따라서 가장 성공 확률이 높은 호출 매체를 선택하는 알고리즘을 사용하였다. 이러한 호출 시스템을 병원의 중환자실에서 사용함으로써, 호출 메시지, 호출 매체, 호출 대상자 및 연락처에 따른 호출의 복잡도를 해결하고 편리하게 호출을 수행할 수 있다. 이

는 중환자실에서 근무하는 의료진의 불필요한 수고를 절약하고 환자 및 환자의 보호자에 대한 서비스의 질을 향상시킬 수 있다.

본 연구에서는 호출 시스템이 요구하는 비즈니스 로직을 자동으로 수행할 수 있는 단일 태스크 에이전트를 이용하여 수행하는 모델을 제시함으로써 시스템의 운용성을 증가시키고, 시스템의 확장 및 다른 응용분야로의 변경이 용이하도록 하였다. 에이전트가 수행하는 비즈니스 로직을 변경하면, 병원 뿐 아니라 일반 업체에도 응용이 가능한 호출 시스템을 쉽게 개발할 수 있다. 또한 본 연구에서 제안한 플랫폼을 이용하면, 일반적인 의사 결정 시스템에서 에이전트를 이용하여 시스템에서 필요한 비즈니스 규칙을 쉽게 구현하거나 변경이 가능한 것이다.

향후의 연구로는 본 논문에서 제시한 시스템 모델을 적용할 수 있는 새로운 응용분야를 개척하는 한편, 본 시스템에서 개발한 호출 엔진의 성능을 향상시키는 작업을 수행해야 할 것이다. 그리고 개발한 시스템을 실제 병원에서 직접 시험해 봄으로써 발생 가능한 문제점들을 찾고 이를 개선시키는 작업이 이루어져야 한다.

참고 문헌

- [1] 이동규, 한경숙, "원격 중환자 관찰 시스템을 위한 지능형 CTI", 한국 정보처리학회 추계학술 대회, 1999.
- [2] Hayzelden, A., Bigham, J., "Software agents for future communication systems," Springer, New York, 1999.
- [3] Bradshaw, J.M., "Software agents," The MIT Press, California, 1997.
- [4] Pallmann, D., "Programming Bots, Spiders, and Intelligent agents in microsoft visual C++," Microsoft Press, Washington, 1999.
- [5] 김광수, "지식기반 에이전트 셸의 설계 및 구현", 한국 정보과학회 '99 봄 학술발표논문집 (B), Vol. 26, No. 1, pp. 265-267, 1999.
- [6] Cohen, P., Cheyer, A., Wang, M., Bacg, S., "An open agent architecture," Working Notes of AAAI Spring Symposium on Software Agents, pp. 1-8, 1994.
- [7] 최지영, 박승수, "이동 에이전트를 이용한 분산 전문가 시스템 개발환경의 설계 및 구현", 한국정보과학회 '98 가을 학술발표논문집 (II), Vol. 25, No. 2, pp. 93-95, 1998.
- [8] 원용대, 이수원, "동적인 환경을 위한 다중 에이전트 구조", 한국 정보과학회 '98 가을 학술발표논문집 (II), Vol. 25, No. 2, pp. 108-110, 1998.
- [9] Messerschmitt, D.G., "The future of computer telecommunications integration," IEEE Communications Magazine, Vol. 34, No. 4, pp. 66-69, 1996.
- [10] Asatani, K., "Standardization on Multimedia Communications: Computer Telephony Integration Related Issues," IEEE Communications Magazine, Vol. 36, No. 7, pp. 105-109, 1998.
- [11] 이동규, 한경숙 "Dempster-Shafer 이론을 이용한 지능형 CTI", 한국 정보처리학회 추계학술 대회, 2000.
- [12] 최중민, "에이전트의 개요와 연구방향", 한국 정보과학회지 제 15권 제 3호, pp. 7-16, 1997.
- [13] Xu, X., Guo, J., Chen, P., Kang, Y., "A Change Notification Framework Based on Agent for Information System," Proceedings of the 36th International Conference on Technology of Object-Oriented Languages and Systems-TOOLS 36, pp. 195-200, 2000.
- [14] Fazlollahi, B., Vahidov, R.M., Aliev, R.A., "Multi-agent distributed intelligent system based on fuzzy decision making," International Journal of Intelligent Systems, Vol. 15, No. 9, pp. 849-858, 2000.
- [15] Liang, T.-P., Huang, J.-S., "A framework for applying intelligent agents to support electronic trading," Decision Support Systems, Vol. 28, No. 4, pp. 305-317, 2000.
- [16] 이광로, 박상규, 장명옥, 민병희, 황승구, "에이전트 시스템 개발도구에 관한 연구", 정보처리논문지, Vol. 4, No. 1 pp. 118-136, 1997.
- [17] Nixon, T., "Design considerations for computer telephony application programming interfaces and related components," IEEE Communications Magazine, Vol. 34, No. 4, pp. 43-47, 1996.
- [18] Flegg, R., "Computer telephony architectures: MVIP, H-MVIP, and SBus," IEEE Communications Magazine, Vol. 34, No. 4, pp. 60-64, 1996.
- [19] 김희동, "컴퓨터텔레포니결합(CTI) 기술", 대한전자공학회 학회지, Vol. 24, No. 7, pp. 30-40, 1997.
- [20] 김현규, "CSTA와 TAPI의 기술 분석", 대한전자공학회 학회지, Vol. 24, No. 7, pp. 41-52, 1997.
- [21] Glitho, R.H., "Advanced service architecture for Internet telephony: A critical overview," IEEE Network, Vol. 14, No. 4, pp. 38-44, 2000.
- [22] Frank, D., Lucic, H., Ospenica, M., Puksec, L., Zic, M., Brajkovic, S., Maricic, V., "EMA system: a CTI-based e-mail alerting service," IEEE Communications Magazine, Vol. 38, No. 2, pp. 122-128, 2000.
- [23] Huitema, C., Cameron, J., Mouchtaris, P., Smyk, D., "An architecture for residential Internet telephony service," IEEE Network, Vol. 13, pp. 50-56, 1999.
- [24] Kaukonen, S., Sauvola, J., Ojala, T., "Agent-based

conferencing using mobile IP-telephony," *Multi-media Signal Processing. 1999 IEEE 3rd Workshop on*, pp. 593-598, 1999.

- [25] Jevtic, D., Sablic, D., "Intelligent call transfer based on reinforcement learning," *Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on*, Vol. 6, pp. 120-123, 2000.

- [26] Shafer, G., "A Mathematical Theory of Evidence," Princeton University Press, New Jersey, 1976.



이 동 규

1992년 인하대학교 자동화공학과 졸업(학사). 1992년 ~ 1998년 국방과학연구소 근무. 1998년 ~ 현재 인하대학교 전자계산공학과 통합과정. 관심분야는 모델링 및 시뮬레이션, 컴퓨터 그래픽스, 인공지능



한 경 숙

1983년 서울대학교 자연대학 지질학과 학사. 1985년 한국과학기술원 전산학과 석사. 1989년 미국 University of Minnesota 전산학 석사. 1994년 미국 Rutgers University 전산학과 박사. 현재 인하대학교 자동화공학과 조교수. 관심분야는 인공지능, 컴퓨터그래픽스, 분자구조 모델링 등