

개미 군집 시스템 기반의 통합 콘텍스트 생성 기법

강 동 현^{*} · 장 현 수^{**} · 송 창 환^{*} · 엄 영 익^{***}

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 발전에 따라, 사용자 적응적인 서비스를 사용자에게 제공하기 위해 다양한 콘텍스트를 이용하는 HCI 어플리케이션이 점점 증가하고 있다. 또한, 다양한 센싱 정보의 수집과 통합 콘텍스트 생성에 관한 연구의 중요성이 높아지고 있다. 그러나 콘텍스트 생성을 위한 센싱 정보의 수집 및 통합 기술에 관한 연구가 콘텍스트의 활용도에 비해 부족하다. 특히, 기존의 연구들은 통합 콘텍스트 생성에 있어 콘텍스트 중복 및 시스템 부하와 같은 몇 가지 해결해야 할 문제점들을 가지고 있다. 본 논문에서는, 개미 군집 시스템 기반의 통합 콘텍스트 생성 기법을 제안한다. 제안된 기법은 XML 형태의 통합 콘텍스트를 생성한다. 또한, 개미 군집 시스템을 이용하여 중복되는 샘플링 정보를 검출하여 불필요한 콘텍스트의 생성을 피한다. 그 결과로 통합 콘텍스트를 생성할 때 발생하는 자원 및 저장 공간의 낭비를 감소시킬 수 있다. 또한, 적응적인 서비스를 수행하기 위해 필요한 추론 과정의 부하를 감소시킬 수 있다.

키워드 : HCI, 콘텍스트, 콘텍스트 생성, 개미 군집 시스템

An Integrated Context Generation Scheme based on Ant Colony System

Dong Hyun Kang^{*} · Hyunsu Jang^{**} · Changhwan Song^{*} · Young Ik Eom^{***}

ABSTRACT

With the development of ubiquitous computing technology, the number of HCI applications is increasing, where they utilize various contexts to provide adaptive services to users according to the change of contexts, and also, technologies for collecting various sensor data and generating integrated contexts get more important. However, the research on the collection and integration of multi-sensor data is not sufficient when we consider the various utilization areas of the integrated contexts. In particular, they have some problems to be solved such as duplication of the context data and the high system load. In this paper, we propose an integrated context generation scheme based on Ant Colony System. Proposed scheme generates the context data as a form of XML and avoids the generation of unnecessary context information by detecting the repeated sensor information based on the ant colony system. As a result of detections, we reduce wasted resources and repositories when the integrated context is created. We also reduce the overhead for reasoning.

Keywords : Human-computer Intersection, Context, Context Generation, Ant Colony System

1. 서 론

마크 와이저가 제안한 유비쿼터스 환경(Ubiquitous Environment)은 사용자가 언제 어디서나 컴퓨팅 자원을 이용하여 서비스를 제공받는 환경을 말한다[1]. 유비쿼터스 환경에서 어플리케이션(Application)은 사용자에게 적응적인 서비스 제공을 목표로 하며, 서비스 제공을 위해 사용자의 환경 및 이용 가능한 자원 등의 정보가 필요하다. 이러한 사용자 주변의 상황정보를 통합 콘텍스트(Integrated Context)라고 부

른다. 그러나 최근 통합 콘텍스트 생성에 필요한 센싱 정보 수집 및 통합 관련 기술의 연구가 통합 콘텍스트의 활용도에 비해 부족하다. 특히, 기존의 연구들은 센서로부터 주기적으로 입력되는 센싱 정보의 관리, 입력되는 정보가 중복됨으로써 발생하는 불필요한 통합 콘텍스트 생성, 통합 콘텍스트 생성으로 인한 시스템 부하와 같은 몇 가지 해결해야 하는 문제점들을 가지고 있다[2, 3].

본 논문에서는, 개미 군집 시스템 기반의 통합 콘텍스트 생성 기법을 제안한다. 제안된 기법은 다양한 프로토콜을 사용하는 센서를 지원하기 위하여 이동 에이전트를 이용한다. 이동 에이전트는 새로운 프로토콜이 추가될 경우 프로토콜 업데이트 서버를 이용하여 지원하지 않는 센서를 확인하고 사용 가능하게 한다. 또한, 개미 군집 시스템을 이용하여 중복되는 센싱 정보를 검출한다. 중복 되지 않는 센싱 정보를 기반으로 XML형식의 통합 콘텍스트를 생성함으로

*본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IIITA-2009-(C1090-0902-0046)).

⁺ 준 회 원 : 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사과정

^{**} 준 회 원 : 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사과정

^{***} 종신회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 교수

논문접수 : 2008년 9월 12일

수정일 : 1차 2008년 12월 19일, 2차 2009년 1월 15일, 3차 2009년 2월 9일

심사완료 : 2009년 2월 9일

써, 불필요한 통합 콘텍스트의 생성을 피한다. 그 결과로 통합 콘텍스트를 생성할 때 발생하는 자원 및 저장 공간의 낭비를 감소시킬 수 있다. 또한, 적응적인 서비스를 수행하기 위해 필요한 추론 과정의 부하를 감소시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유비쿼터스 환경에서의 콘텍스트 정의 및 기존의 콘텍스트 생성 기법에 대하여 소개한다. 3장에서는 본 논문에서 사용하는 개미 군집 시스템 알고리즘에 대하여 설명한다. 4장에서는 본 논문이 제안하는 개미 군집 시스템 기반의 통합 콘텍스트 생성 기법의 구조를 설명한다. 5장에서는 제안하는 기법을 이용한 콘텍스트 생성을 보여준다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구 계획을 설명한다.

2. 콘텍스트 정의 및 콘텍스트 생성 기법

본 절에서는 콘텍스트의 정의에 대해서 소개한다. 또한, 저장 공간 문제 및 시스템의 성능을 향상시키기 위한 기존 기법에 대해서 설명한다.

콘텍스트(Context)는 사용자 정보와 주변 환경의 정보가 상호작용으로 인해 상황을 특징화한 정보를 말한다[4]. 또한, 콘텍스트는 사용자가 존재하는 장소, 시간 정보 및 사용자의 현재 상태와 같은 정보를 포함한다[5]. “콘텍스트 인식”이란 용어를 처음 소개한 사람은 Schilit와 Theimer이다. 이들은 콘텍스트를 사용자의 위치, 주변 사람과 사물의 신원, 대상의 변화로 정의했다[6]. 이러한 콘텍스트는 사용자에게 적응적인 서비스를 제공하기 위한 어플리케이션의 입력으로 사용된다.

유비쿼터스 환경에서 서비스는 사용자에게 적응적인 서비스를 제공하기 위해 많은 양의 센싱 정보를 필요로 한다. 그러나 센서로부터 수집되는 센싱 정보 양이 센싱 정보의 사용에 비해 많이 존재한다는 문제점이 있다. 문제점을 해결하기 위해서 경희대학교에서는 콘텍스트 병합(Context Summarization)과 가비지 콜렉팅 콘텍스트(Garbage Collecting Context)기법을 제안하였다[7]. 제안된 기법은 콘텍스트 병합과 가비지 콜렉팅 콘텍스트로 구성된다. 가비지 콜렉팅 콘텍스트는 프로그래밍 언어에서 사용되는 가비지 콜렉션(Garbage Collection)과 유사하며, 더 이상 필요하지 않는 콘텍스트 정보를 식별하고 삭제하기 위하여 통합과정을 수행한다(그림 1). 통합

과정은 저장된 콘텍스트 또는 입력되는 콘텍스트에서 이용 가능한 콘텍스트를 추출하고 이용 가능하지 않는 콘텍스트를 삭제하는 과정으로 이루어진다. 이용 가능한 콘텍스트의 판단은 사용자가 이전에 사용한 기록과 시간 단위를 기준으로 이루어진다. 예로써, 오전에 생성된 온도 콘텍스트의 정보가 0, 2, 4, 8, 10 존재한다고 가정한다면, 통합 과정은 이전 기록 중 오전 평균 온도를 기준으로 이용 가능한 온도를 추출하고 나머지 콘텍스트는 삭제하는 과정을 수행한다.

가비지 콜렉팅 콘텍스트는 콘텍스트 저장소(Context Repository)로부터 콘텍스트 정보를 검색한다. 검색된 콘텍스트는 노이즈 필터(Noise Filter)를 통해서 불필요한 콘텍스트를 식별한다. 개인 정책(Privacy Policies)은 개인적 정보의 삭제와 콘텍스트 저장소의 업데이트를 지원한다. 콘텍스트 병합은 하루 기준 또는 아침, 오전, 저녁과 같은 시간단위로 분산하여 병합 할 수 있다. 병합 정보는 센서로부터 입력되는 정보의 평균, 최대, 최소와 같은 방법으로 구성된다.

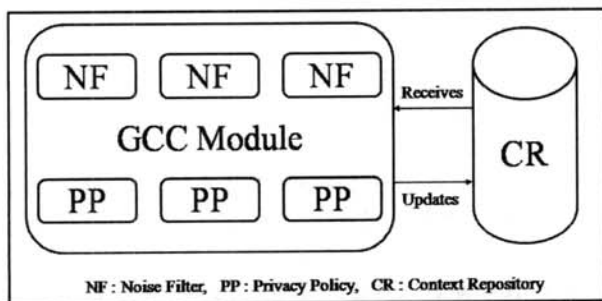
콘텍스트 병합과 가비지 콜렉팅 콘텍스트 기법은 샘플링 데이터의 양을 관리함으로써, 시스템 저장소 공간의 낭비를 줄이고 시스템의 성능을 향상 시킨다는 면에서 본 논문이 제안하는 기법과 같은 맥락을 취하고 있다. 그러나 위의 기법은 생성된 콘텍스트의 정보를 병합하여 샘플링 정보를 관리하기 위해 추가적인 자원 소모가 발생한다는 단점을 가진다. 특히 병합을 수행하기 위하여 특정 기간 동안 모든 콘텍스트의 정보를 저장해야만 하며 병합 후 저장된 콘텍스트를 삭제 및 수정해야 하는 문제점이 있다. 본 논문에서 제안하는 기법은 콘텍스트 생성 이전에 콘텍스트 생성 여부 판단 및 중복된 샘플링 데이터를 판단함으로써 언급한 문제점을 해결할 수 있다. 또한 소개된 기법은 센싱 정보가 중복됨으로써 발생하는 동일한 콘텍스트에 대해서 고려하지 않고 있으며 각 콘텍스트를 하나로 통합하는 과정을 지원하지 않는다.

3. 개미 군집 시스템(Ant Colony System)

본 논문은 중복되는 콘텍스트 정보 검출 및 콘텍스트의 생성 시점을 판단하기 위해 개미 군집 시스템을 사용한다.

실제 개미는 이동하는 동안 꼬리에서 배출되는 화학물질을 통해 최적화된 이동 경로를 찾으며, 이 화학 물질을 페로몬이라 부른다. 페로몬은 집중되거나 시간이 지남에 따라 사라지는 특징을 가지고 있다[8, 9]. 개미 군집 시스템은 이러한 생물학적인 경로 설정 방식을 기반으로 Traveling Salesman Problem[10], Vehicle Routing Problem[11]등과 같은 컴퓨팅 문제를 해결하기 위해 제안한 알고리즘이다. 특히, 개미 군집 시스템은 최근에 발표된 알고리즘이며 상태 전이 규칙, 전역 페로몬 갱신 규칙, 지역 페로몬 갱신 규칙으로 구성된다.

상태 전이 규칙은 개미가 현재의 노드에서 다음 방문할 노드를 선택할 때 사용하며 식 (1)을 사용한다. 식 (1)에서 $pk(r,s)$ 는 r에 위치한 개미가 이동 가능한 모든 노드들의 확률 값이다. $jk(r)$ 은 노드 r에 위치한 개미 k가 이동 가능한



(그림 1) 가비지 콜렉션 콘텍스트

노드들의 집합이다. $\tau(r,s)$ 는 노드 r 에서 노드 s 사이 경로의 페로몬의 양을 나타내고 $\eta(r,s)$ 는 휴리스틱 값으로써 두 노드간 거리의 역수이다. β 는 페로몬과 거리의 중요도를 결정하는 파라미터이다.

$$p_k(r,s) = \begin{cases} \frac{[\tau(r,s)]^\alpha [\eta(r,s)]^\beta}{\sum_{u \in j_k(r)} [\tau(r,u)]^\alpha [\eta(r,u)]^\beta}, & \text{if } s \in j_k(r) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

전역 페로몬 갱신 규칙은 개미가 모든 노드를 방문한 후 발생하며, 식(2)을 사용한다. 식 (2)에서 ρ 는 페로몬의 증발율을 나타내는 파라미터이다($0 < \rho < 1$). $\Delta\tau(r,s)$ 는 노드의 최단 경로 총비용의 역수이다.

$$\tau(r,s) \leftarrow (1 - \rho) * \tau(r,s) + \rho * \Delta\tau(r,s) \quad (2)$$

지역 페로몬 갱신 규칙은 개미가 노드를 방문할 때 발생하는 갱신이며 식 (3)을 사용한다. 식 (3)에서 ρ 는 페로몬의 증발율을 나타내는 파라미터이다($0 < \rho < 1$). $\Delta\tau(r,s)$ 은 Q-learning과 유사하며, 이동 가능한 상태 중 하나를 선택함으로써 발생하는 기회비용을 평가하여 선택되는 값, 초기의 페로몬 값, 그리고 0 중 하나의 값으로 구성된다. Q-learning은 대표적인 강화 학습 알고리즘의 하나이며, 환경에 대한 선행적 정보를 가지고 있지 않을 때에도, 행동에 대한 값을 통해서 최적의 행동 전략을 얻을 수 있는 알고리즘이다[12].

$$\tau(r,s) \leftarrow (1 - \rho) * \tau(r,s) + \rho * \Delta\tau(r,s) \quad (3)$$

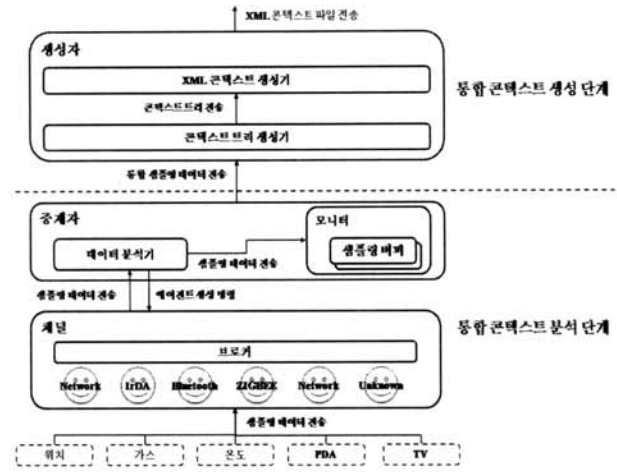
즉, 최단 경로 또는 안전한 경로를 확률적으로 선택하는 게임 군집 시스템은 같은 경로 또는 상이한 경로에서 동시에 이동 가능한 인접 경로를 통해 이동하며 페로몬의 자취를 남긴다. 동시에 이동 가능한 인접 경로에 대한 검색이 모두 이루어지면 이동 할 때 남긴 자취를 기반으로 다음 이동이 이루어진다. 또한 경로와 페로몬의 자취를 따라 이동이 많아지는 경로는 페로몬의 자취가 업데이트 되어 더 집중될 수 있으며, 일정 시간이 경과하면 페로몬의 자취가 사라진다.

4. 통합 콘텍스트 생성 기법

본 절에서는 센서로부터 입력되는 사용자의 환경정보, 사용자로부터 입력되는 명령 정보를 인식하기 위한 시스템의 구조 및 기법에 대해 설명한다.

4.1 통합 콘텍스트 생성 아키텍처

본 장에서는 제안하는 기법에 사용되는 시스템 구조와 세부 컴포넌트의 특징을 설명한다. 또한, 각 단계별 발생하는 절차에 대해 보여준다. (그림 2)는 제안하는 기법의 시스템



(그림 2) 시스템 구조

구조도를 보여준다.

제안하는 기법은 통합 콘텍스트 분석 단계와 통합 콘텍스트 생성 단계로 이루어진다. 통합 콘텍스트 분석 단계는 채널 컴포넌트(Channel Component), 중재자(Mediator Component) 컴포넌트로 구성된다. 채널 컴포넌트의 역할은 센서로부터 샘플링 데이터(Sampling Data)를 입력 받는 것이다. 중재자 컴포넌트는 입력받은 샘플링 데이터를 기반으로 콘텍스트 생성 여부를 판단하는 역할을 수행한다. 통합 콘텍스트 생성 단계는 생성자 컴포넌트(Generator Component)로 구성된다. 생성자 컴포넌트는 콘텍스트 분석자로부터 전달받은 통합 샘플링 데이터를 그룹으로 분류한 후 XML 형식의 통합 콘텍스트를 생성하는 역할을 수행한다.

4.1.1 통합 콘텍스트 분석 단계

통합 콘텍스트 분석 단계의 채널 컴포넌트는 브로커(Broker)와 몇 개의 프로토콜 에이전트(Protocol Agent)로 구성된다. 브로커는 다양한 센서들을 지원하기 위해 하위의 프로토콜 에이전트를 관리(생성, 이주, 삭제)하는 역할을 수행한다. 프로토콜 에이전트는 프로토콜의 코드를 가진 에이전트를 말한다.

실제로 각 센서는 프로토콜 에이전트를 이용하여 정보를 전송하며, 센서 및 사용자 명령 장치는 다양한 통신 프로토콜을 사용한다(위치 센서는 네트워크 프로토콜 사용, 가스 센서는 적외선 통신 프로토콜 사용). 브로커는 프로토콜 업데이트 서버를 이용하여 에이전트를 생성할 수 있다. 에이전트의 생성 시점은 지원하지 않는 프로토콜 정보가 입력될 때, 데이터 분석기에 의해 특정 프로토콜 에이전트가 집중된다고 판단될 때 발생한다.

통합 콘텍스트 분석 단계의 중재자 컴포넌트는 데이터 분석기(Data Analysis)와 모니터(Monitor)로 구성되며, 콘텍스트의 생성 여부를 판단한다. 데이터 분석기는 게임 군집 시스템을 기반으로 샘플링 정보의 입력 빈도를 분석한다. 데이터 분석기의 분석 결과는 콘텍스트 생성 데이터, 콘텍스트 지연 데이터로 구성된다. 콘텍스트 생성 데이터는 샘플

링 데이터의 센서 입력 횟수가 다른 센서의 입력 횟수에 비례하여 낮은 빈도의 데이터를 의미한다. 콘텍스트 생성 데이터로 판단된 샘플링 데이터는 즉시 콘텍스트를 생성한다. 반면, 콘텍스트 지연 데이터는 샘플링 데이터의 센서 입력 횟수가 다른 센서의 입력 횟수에 비례하여 높은 빈도의 정보를 의미한다. 콘텍스트 지연 데이터로 분석된 정보는 콘텍스트를 즉시 생성하지 않고 중복 여부 판단을 위해 중재자 컴포넌트 내부의 모니터로 전달한다. 모니터는 몇 개의 샘플링 버퍼로 구성된다. 샘플링 버퍼는 각 센서마다의 직전 입력 정보가 저장되어 있다. 모니터의 역할은 입력 받은 샘플링 데이터가 이전의 샘플링 데이터와 중복되는지를 판단하는 것이다. 중재자 컴포넌트를 통해 콘텍스트가 생성되는 시점은 아래와 같다.

- 데이터 분석기에 의해 샘플링 데이터가 콘텍스트 생성 데이터로 판단될 때.
- 데이터 분석기에 의해 콘텍스트 지연 데이터로 판단되지만, 샘플링 버퍼에 저장된 직전 샘플링 데이터와 입력된 샘플링 데이터가 상이할 때.

4.1.2 통합 콘텍스트 생성 단계

통합 콘텍스트 생성 단계의 생성자 컴포넌트는 콘텍스트 트리 생성기(Context Tree Generation)와 XML 콘텍스트 생성기(XML Context Generation)로 구성된다. 콘텍스트 생성자의 역할은 하위의 콘텍스트 분석자로부터 입력받은 통합 샘플링 정보를 기반으로 XML 형식의 통합 콘텍스트를 생성하는 것이다.

콘텍스트 트리 생성기에서 생성하는 통합 콘텍스트 트리는 사용자 정보, 환경 정보, 명령 정보의 그룹으로 구성된다. 사용자 정보 그룹은 사용자의 기본적인 정보 및 확장된 정보에 대한 콘텍스트들의 집합이다. 환경 정보 그룹은 사용자 주변의 상황 정보에 대한 콘텍스트들의 집합이다. 명령 정보 그룹은 사용자가 장치를 통해 직접 입력하는 정보에 대한 콘텍스트들의 집합이다.

XML 콘텍스트 생성기는 콘텍스트 트리 생성기로부터 전달받은 통합 콘텍스트의 트리를 기반으로 응용 프로그램이 사용할 수 있는 통합 콘텍스트를 생성한다. 생성된 통합 콘텍스트는 XML 형식으로 정의되며, 생성된 XML 형식의 통합 콘텍스트는 데이터 마이닝과 같은 적응적인 서비스를 사용자에게 제공하기 위하여 사용된다.

4.2 개미 군집 시스템(Ant Colony System) 기반의 데이터 분석기

개미 군집 시스템은 페르몬 양을 측정하여 빠르고 안정된 길을 찾는 라우팅 알고리즘이다. 본 논문에서는 개미 군집 시스템을 기반의 데이터 분석기를 이용하여 통합 콘텍스트의 생성 여부를 판단한다. 판단에 사용되는 정보는 센서로부터 입력되는 샘플링 데이터, 사용자로부터 입력되는 명령 정보이다. 본 기법은 콘텍스트의 생성 여부를 판단함으로써,

불필요한 콘텍스트의 생성을 피할 수 있다. 그 결과로 시스템 저장소 공간의 낭비와 자원의 소모를 줄일 수 있다.

개미 군집 시스템 기반의 데이터 분석기를 이용한 콘텍스트의 생성 여부 판단은 식 (4)을 이용한다. 개미 군집 시스템의 식 (1)은 현재 위치에서 다음으로 이주할 경로를 선택한다. 현재 위치에서 이주할 수 있는 다중 경로가 존재할 때, 식 (1)은 정보의 전송이 다른 경로에 비해 많이 존재했던 경로를 안전한 곳으로 판단한다. 그리고 가장 최적의 경로로 선택한다. 반면 식 (4)는 정보의 전송이 다른 경로에 비해 많이 존재하는 경로를 중복되는 경로로 판단한다.

식 (4)에서 $pk(r,DA)$ 는 중재자 컴포넌트의 데이터 분석기에 입력 가능한 모든 센서장치의 확률 값이다. $jk(DA)$ 은 센싱 정보 k 가 센서로부터 중재자 컴포넌트의 데이터 분석기에 입력 가능한 센서 장비들의 집합이다. $\tau(r,DA)$ 는 센서 r 에서 중재자 컴포넌트의 데이터 분석기 사이 경로의 페르몬의 양을 나타낸다. 경로의 길이는 동일하므로 $\eta(r,s)$ 은 1로 정의하고 페르몬과 간선 길이의 상대적인 중요도를 결정하는 파라미터 β 는 0으로 정의한다. β 가 0인 경우 페르몬 자체에 의해서만 경로가 선택된다.

$$p_k(r,DA) = \begin{cases} \frac{[\tau(r,DA)]^{\beta} [\eta(r,DA)]^{\beta}}{\sum_{u \in j_k(DA)} [\tau(u,DA)]^{\beta} [\eta(u,DA)]^{\beta}}, & \text{if } r \in j_k(DA) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

식(5)은 페르몬의 센싱 정보 k 가 센서로부터 입력될 때 발생하는 갱신 수식이다. 식(5)에서 ρ 는 페르몬의 증발율을 나타내는 파라미터이다($0 < \rho < 1$). $\Delta\tau(r,DA)$ 은 0 값으로 정의한다.

$$\tau(r,DA) \leftarrow (1-\rho) * \tau(r,DA) + \rho * \Delta\tau(r,DA) \quad (5)$$

<표 1>은 콘텍스트 생성 시점 및 중복 여부를 판단하기 위한 코드를 보여준다. 센싱 정보는 ①과 같이 센싱 정보와 자신의 id를 입력한다. ②는 입력된 정보를 지원하는 프로토콜 에이전트가 존재하는지 검사한 후 존재한다면 ③으로 보낸다. 그렇지 않다면 프로토콜 업데이트 서버에 에이전트 생성을 요청한다. ③은 센서의 입력빈도가 다른 센서의 입력빈도 보다 높은지를 판단한다. 판단 결과가 콘텍스트 생성 데이터일 경우 콘텍스트를 생성한다. 생성한 콘텍스트는 콘텍스트 트리를 생성하기 위해 ⑤로 전송한다. ⑤에서는 전송된 콘텍스트를 기반으로 다른 콘텍스트와 통합하여 콘텍스트 트리를 생성한다. 생성된 콘텍스트 트리는 ⑥으로 전송된다. ⑥에서는 전송된 콘텍스트 트리를 XML 형태로 재구성한다. ③에서 검사 결과가 콘텍스트 지연 데이터일 경우 ④로 보낸다. ④는 전송받은 샘플링 데이터를 기반으로 샘플링 버퍼에 동일 내용이 존재하는지 검사한다. 동일한 내용이 존재한다면 중복으로 판단하고 입력된 센싱 정보를 무시한다. 그렇지 않은 경우 ⑤로 전송하여 통합 콘텍스트를 생성한다.

〈표 1〉 콘텍스트 생성 시점 및 중복 여부 판단

코 드	
①	Sensors → Agent : setSensorValue(S_idi, S_idinput)
②	Channel : setSensorValue(S_idi, S_idinput) if(checkProtocol(S_idi) == true) DA → setSamplingData(S_idi, S_idinput) else updateProtocolAgent()
③	DA : setSamplingData(S_idi, S_idinput) if(getPossibilityNode(S_idi) == ContextGenerationData) Context = createContext(S_idi, S_idinput) CTG → setIntegratedContext(Context) else Monitor → checkDuplication(S_idi, S_idinput)
④	Monitor : checkDuplication(S_idi, S_idinput) if(searchSensor(S_idi) == true) if(getSensorSamplingData(S_idi) != S_idinput) Context = createContext(S_idi, S_idinput) CTG → setIntegratedContext(Context) else abort else abort
⑤	CTG : setIntegratedContext(SingleContext) getBeforeContextTree() updateContextTree(SingleContext) XMLCG → setIntegratedContext(ContextTree)
⑥	XMLCG : setIntegratedContext(ContextTree) parseContextTree(ContextTree) generateIntegratedContext(ContextTree)
	DA : Data Analysis CTG : Context Tree Generation XMLCG : XML Context Generation

5. 통합 콘텍스트 생성

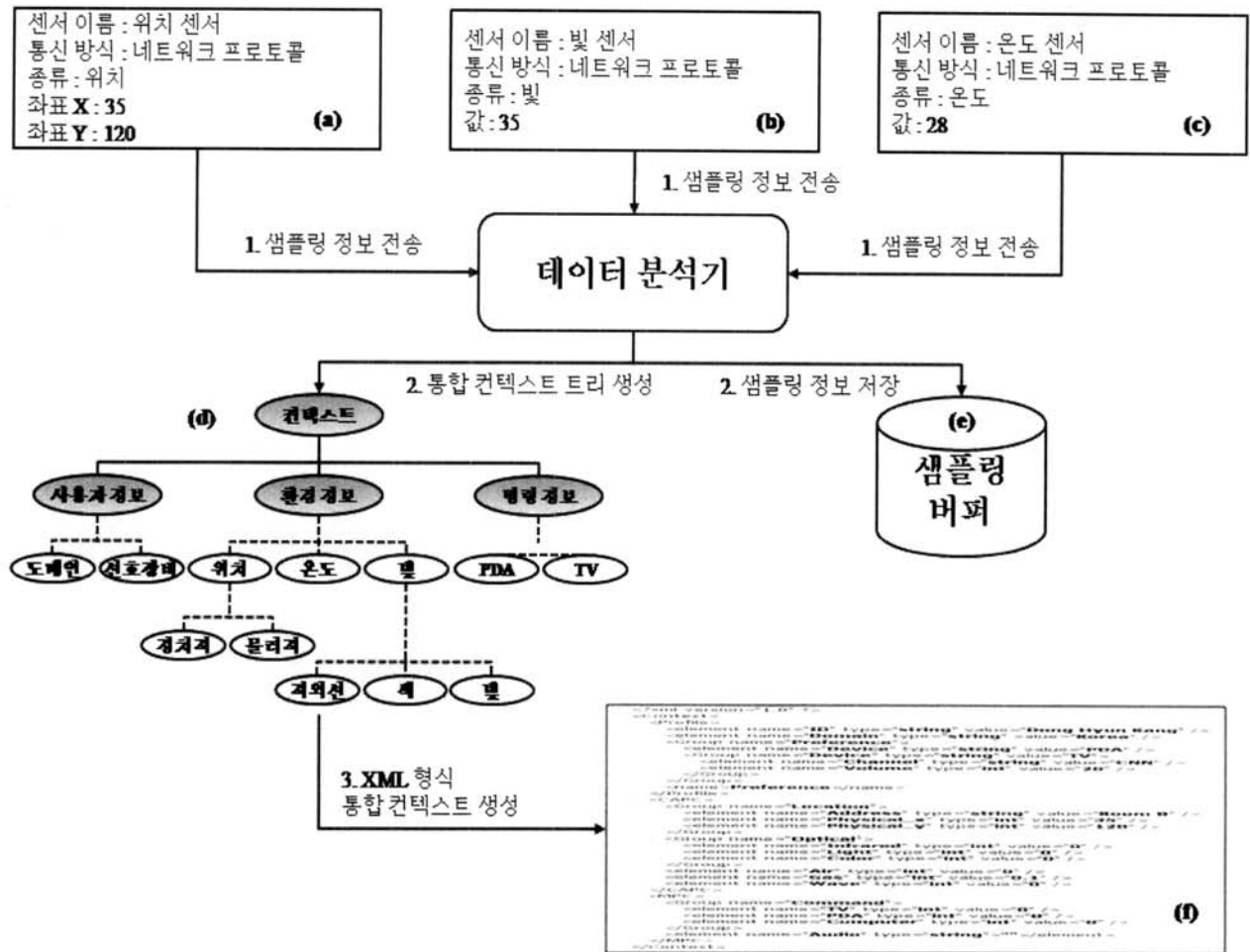
5.1 통합 콘텍스트 생성 과정

통합 콘텍스트의 생성은 각 센서로부터 입력된 센싱 정보를 기반으로 생성된다. 센싱 정보는 각 센서의 기본 정보 및 센싱 정보를 포함하고 있다. 센싱 정보가 중재자의 분석기로 입력되면 분석기는 입력된 센싱 정보를 분석하여 통합 콘텍스트 생성 여부를 판단한다. (그림 3)는 XML 기반의 콘텍스트 생성 과정을 나타낸다. (그림 3)의 (a)는 사용자의 위치를 인식하는 센싱 정보 값이다. (그림 3)의 (b)는 현재 환경에서의 밝기를 인식하는 센싱 정보 값이다. (그림 3)의 (c)는 현재 환경에서의 온도를 인식하는 센싱 정보 값이다. 콘텍스트 생성을 위한 샘플링 데이터는 데이터 분석기로 입력된다. 데이터 분석기는 입력된 샘플링 데이터의 값이 콘텍스트 생성 데이터로 판단된 경우 (그림 3)의 (d)로 전송하여 콘텍스트 트리를 생성한다. 콘텍스트 지연 데이터로 판단된 경우 (그림 3)의 (e)로 전송하여 샘플링 데이터를 샘플링 버퍼에 저장한다. (그림 3)의 (f)는 생성된 콘텍스트 트리를 분석하여 XML 기반의 통합 콘텍스트를 생성한다.

본 논문에서 생성된 통합 콘텍스트는 XML 형식으로 출력된다. 출력된 통합 콘텍스트는 사용자 정보, 환경정보, 명령정보로 구성된다. 사용자 정보는 사용자 선호하는 장비 및 선호하는 장비의 설정과 같은 사용자의 정보를 저장한다. 환경 정보는 사용자의 현재 위치에 대한 X좌표, Y좌표와 같은 사용자의 환경에 대한 정보를 저장한다. 명령 정보는 사용자가 PDA와 같은 입력장치를 통한 입력에 대한 정보를 저장한다.

5.2 통합 콘텍스트 생성 검증

본 논문에서는 개미 군집 시스템 기반의 통합 콘텍스트 생성을 검증하기 위하여 3개의 센서정보를 사용한다. 센서 장비는 위치센서, 빛 센서, 온도 센서로 구성된다. 또한, 각 장비는 센싱 정보를 중재자 컴포넌트의 데이터 분석기로 전송하기 위한 동일한 비용의 경로를 1개씩 가진다. 페로몬의 증발율 시간은 0.05초, 위치 센서의 입력 주기는 0.01초, 빛 센서의 입력 주기는 0.05초, 온도 센서의 입력 주기는 0.10초로 정의한다. 각 센서의 정보가 처음으로 입력될 경우는 경로에 페로몬이 존재하지 않으므로 콘텍스트 생성 데이터로 판단하고 통합 콘텍스트를 생성한다. 또한, 입력이 발생 한 후 각 경로의 페로몬 업데이트는 위치 센서 0.01초 빛 센서 0.05초, 온도 센서 0.10초 간격으로 이루어진다. 즉, 페로몬의 증발율이 0.05일 때 페로몬이 증발하기 전 누적된 양은 위치 센서 5, 빛 센서 1, 온도 센서 0.5이다. 즉, 다른 경로에 비해 누적된 페로몬 양이 많은 위치 센서가 입력될 경우 입력된 센싱 정보가 상이하지 않다면 통합 콘텍스트를 생성하지 않는다. 빛 센서와 온도 센서의 입력이 발생한 경우 위치 센서의 페로몬 양에 비해 누적된 페로몬 양이 적을 수 있다. 그러므로 입력된 센싱 정보가 동일하더라도 통합 콘텍스트를 생성 할 수 있다. (그림 4)는 입력된 센싱 정보를



(그림 3) XML 기반 컨텍스트 생성 과정

기반으로 생성된 XML 형태의 통합 컨텍스트를 보여준다.

또한, 본 논문에서는 입력되는 센서의 프로토콜 사용량을 측정함으로써, 시스템의 부하를 감소시킬 수 있다. 시스템의 부하 여부를 검사하기 위한 주기는 50이다. 네트워크 프로토콜을 사용하는 위치 센서 및 빛 센서의 입력주기는 각각

0.01, 0.05로 설정한다. 반면, IrDA 프로토콜을 사용하는 온도 센서의 입력주기는 0.10으로 설정한다. 즉, 시스템 부하 검사 주기 동안 위치센서는 5000번의 입력이 발생하고 가스 센서는 1000번의 입력이 발생한다. 이런 경우 지속적인 정보의 입력을 받는 네트워크 프로토콜의 부하가 발생하여 시

```

<?xml version="1.0" encoding="EUC-KR" standalone="no" ?>
- <CAPC>
- <Group Name="LOCATION">
  <Element Name="PHYSICAL" value="10" />
</Group>
- <Group Name="OPTICS">
  <Element Name="LIGHT" value="2" />
</Group>
- <Group Name="WEATHER">
  <Element Name="TEMPERATURE" value="27" />
</Group>
</CAPC>
  
```

(그림 4) XML 형식의 통합 컨텍스트

시스템의 성능이 저하될 수 있다. 본 논문에서는 프로토콜 에이전트에 부하가 발생할 경우 프로토콜 에이전트의 복제 메시지를 전송하여 시스템의 부하를 분산시킨다.

6. 결 론

다양한 컴퓨팅 장치들이 네트워크를 통해 상호 연결되어 있는 유비쿼터스 환경에서 사용자 중심 서비스를 제공하기 위해 사용자의 위치, 사용자 주변 환경, 사용 가능한 자원 등과 같은 정보 수집 및 통합 관련 기술 연구가 필요하다. 그러나 통합 콘텍스트를 생성함에 있어 센서 장비로부터 중복 입력되는 정보의 불필요한 콘텍스트 생성 및 콘텍스트 생성에 대한 시스템 부하와 같은 몇 가지 해결해야 할 문제점들을 가지고 있다.

본 논문에서는, 이러한 문제점을 해결하기 위해 개미 군집 시스템 기반의 통합 콘텍스트 생성 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 개미 군집 시스템을 이용하여 중복되는 샘플링 데이터를 판단함으로써, 불필요한 콘텍스트의 생성을 피한다. 그 결과로 통합 콘텍스트를 생성할 때 발생하는 자원 및 저장 공간의 낭비를 감소시켰다. 또한, 적응적인 서비스를 수행하기 위해 필요한 추론 과정의 부하를 감소시킬 수 있다. 마지막으로, 본 기법은 다양한 센싱 정보 기반의 콘텍스트들을 하나의 통합 콘텍스트로 생성하였다. 향후 연구로는 사용자 정보를 이용한 사용자 인식 및 센싱 정보 자체에 대한 연구가 진행 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific American, Vol.265, No.3, pp.94-104, 1991.
 [2] Ubiquitous ID Center, <http://www.uidcenter.org>
 [3] M. Roman, C. Hess, R. Cerqueira, A. Ranganathan, R. Campbell, and K. Nahrstedt, "A Middleware Infrastructure for Active Spaces," Pervasive Computing, IEEE, Vol.1, pp.74-83, 2002.
 [4] K. Dey, "Understanding and Using Context," Personal and Ubiquitous Computing, Vol.5, pp.4-7, 2001.
 [5] B. Schilit, N. Aams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.85-90, 1994.
 [6] N. Schilit and M. Theimer, "Disseminating active map information to mobile hosts," Network, IEEE, Vol.8, pp.22-32, 1994.
 [7] F. Rasheed, Y. K. Lee, and S. Lee, "Context Summarization and Garbage Collecting Context," ICCSA 2005, LNCS, Vol. 3481, pp.1115-1124, 2005.
 [8] S. Li, Y. Cao, and H. Chen, "A New Migration Algorithm of Mobile Agent Based on Ant Colony Algorithm in P2P Network," CDVE 2006, LNCS, Vol.4101, pp.107-114,

2006.
 [9] M. Dorigo and T. Stutzle, "Ant Colony Optimization," The MIT Press, 2004.
 [10] M. Dorigo and L. Gambardella, "Ant colony system: A cooperative learning approach to the travelling salesman problem," IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol.1, pp.53-66, 1997.
 [11] M. Dorigo and G. Caro, "The Ant Colony Optimization Meta-Heuristic," ACM, pp.11-32, 1999.
 [12] C. J. C. H. Watkins and P. Dayan, "Q-learning," Technical Note, LNCS, pp.279-292, 1992.



강 동 현

e-mail : kkangsu@ece.skku.ac.kr

2007년 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과 (학사)

2007년~현 재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: HCI, 이동 에이전트, 파일시스템 등



장 현 수

e-mail : jhs4071@ece.skku.ac.kr

2002년 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 (학사)

2005년 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 (공학석사)

2006년~현 재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사과정

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 이동 에이전트, HCI, 미들웨어 등



송 창 환

e-mail : eerien@ece.skku.ac.kr

2008년 성균관대학교 컴퓨터공학과(학사)

2009년~현 재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, HCI, 이동 에이전트 등



엄 영 익

e-mail : yeom@ece.skku.ac.kr

1983년 서울대학교 계산통계학과(학사)

1985년 서울대학교 전산학과(이학석사)

1991년 서울대학교 전산학과(이학박사)

2000년~2001년 Dept. of Info. and Comm.

Science at UCI 방문교수

2005년~현 재 한국정보처리학회 학회지 편집위원장

1993년~현 재 성균관대학교 정보통신공학부 교수

2007년~현 재 성균관대학교 정보통신처 처장

관심분야: 분산 컴퓨팅, 이동 컴퓨팅, 이동 에이전트, 시스템 보안,
운영체제, 내장형 시스템 등