

거버넌스 지원을 위한 P2P 통신 메커니즘에 대한 연구

한재일*, 전성택**

*국민대학교 컴퓨터학부, **영산대학교 컴퓨터정보공학부

A Study on the Peer-to-Peer Communication Mechanism supportive of Governance

Jae-Il Han*, Sung-Tak Jun**

*Kookmin University, **Yongsan University

E-mail : jhan@kookmin.ac.kr, stj@ysu.ac.kr

요 약

최근 세계적으로 전자정부에서의 시민역량을 증대시키기 위한 노력이 시작되는 동향을 보이고 있다. 이에 따라 거버넌스 관점에서 시민참여에 대한 이론 및 실증적 연구가 활발히 진행되고 있으나, 거버넌스 지원을 위한 차세대 전자정부시스템의 개발에 대한 연구는 상대적으로 적은 관심밖에 받지 못하고 있다. 거버넌스 지원 전자정부시스템은 주로 정부기관의 기능 강화에 초점을 두고 있는 기존의 전자정부시스템과 달리 능동적인 시민참여에 중점을 두어야 하며, 복잡하고 정보가 광역 분산된 민주사회 환경에서 보안과 프라이버시 등의 핵심 민주주의 가치를 유지하면서도 시민을 포함한 모든 구성원 사이의 정보공유와 이를 위한 조정 기능을 제공하여 모든 참여자가 정보를 적절히 공유할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있도록 하여야 한다. 이러한 거버넌스 지원 전자정부시스템의 개발에 중요한 요소 중의 하나는 보안과 프라이버시를 유지하면서도 쌍방간의 정보공유를 가능하게 하는 P2P 통신 메커니즘이다. 본 논문은 거버넌스 지원 전자정부시스템의 특성과 요구사항을 살펴 보고 이를 바탕으로 P2P 통신에 대한 요구사항과 적합한 P2P 통신 모델에 대하여 논한다.

1. 서론

전자정부에서의 시민역량을 증대시키기 위한 노력이 최근 세계적으로 진행되고 있으며, 이에

따라 거버넌스(governance) 관점에서 행정에 대한 시민참여가 활발하게 논의되고 있다[1-7].

전통적인 시민참여에 관한 논의들은 대부분 국정참여, 행정참여 등을 통한 시민권의 강화와

민주주의의 실현 등에 초점을 맞추고 있으나, 거버넌스 관점에서의 시민참여에 관한 논의들은 참여를 통한 시민권과 민주주의의 강화 측면을 내포하면서도 보다 직접적으로는 참여를 통한 정부와 시민간의 파트너십 형성으로 보다 나은 국정관리, 행정관리를 지향하는 것이다[2].

거버넌스에 대한 이론 및 실증적 연구[1-7, 11-14]는 근래 활발히 진행되고 있는 것에 비해 시민참여에 중점을 둔 거버넌스 지원 차세대 전자정부시스템의 개발에 대한 연구는 아직 상대적으로 관심 밖에 있다. 거버넌스 지원 전자정부시스템은 능동적인 시민참여를 유도할 수 있도록 구성원 사이의 정보공유, 보안, 프라이버시 등의 문제를 해결할 수 있는 시스템 구조를 가져야 한다. 최근 제시된 전자거버넌스 시스템(electronic governance system)[9]은 이와 같은 문제를 해결할 수 있는 거버넌스 지원 전자정부시스템의 기본 모델을 제안하였을 뿐이며, 완전한 시스템 구현을 위해서는 사회적 관점에서의 거버넌스 시스템 모델, 그리고 시스템 구성요소에 대한 보다 구체적인 논의가 필요하다.

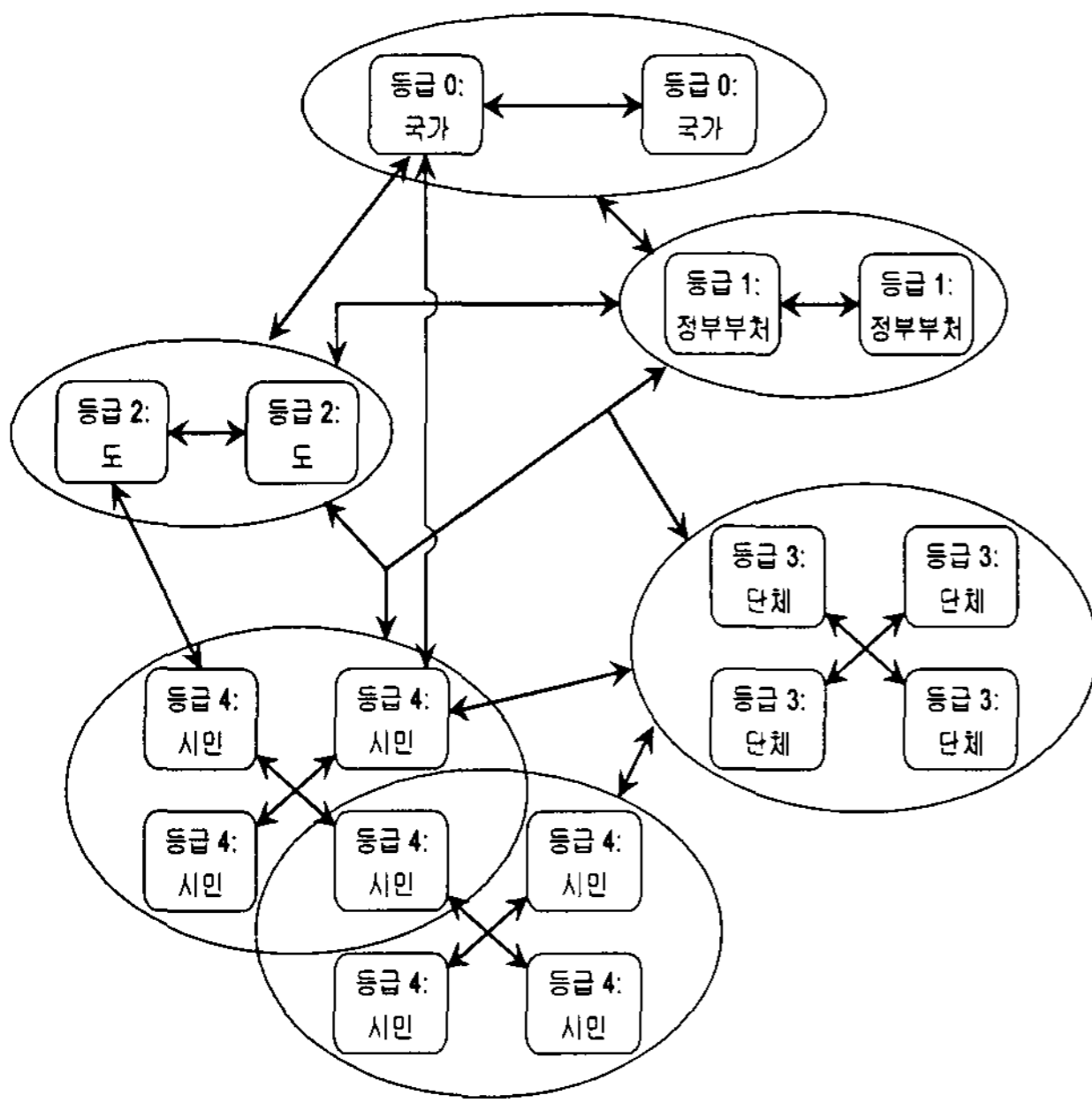
본 연구는 거버넌스 지원 전자정부시스템의 특성과 핵심 요구사항을 살펴 보고, 이를 바탕으로 거버넌스를 지원하기 위한 P2P(Peer-to-Peer) 통신 메커니즘에 대한 요구사항과 적합한 P2P 통신 모델에 대하여 논한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 거버넌스 개념 및 관련연구에 대하여 기술하고, 3장은 거버넌스 지원 전자정부시스템의 특성과 기본 요구사항에 대하여 살펴본다. 4장은 거버넌스 지원을 위한 P2P 통신에서 당면하는 문제점과 요구사항, 그리고 거버넌스 지원에 적합한 P2P 통신 모델에 대하여 논하며, 5장은 결론 및 향후 연구에 대하여 논한다.

2. 관련 연구

거버넌스라는 개념은 아직 통일된 정의가 존재하지 않으며 매우 다양하게 정의되고 있다[3-7]. 본 연구에서는 행정에 대한 시민참여에 초점을 맞추고 있으며, 시민참여 중에서 포괄적 개념인 정치참여보다는 행정과정과 정책결정 과정에 대한 시민참여를 주 대상으로 한다. 따라서 본 연구에서 다루는 거버넌스 개념은 광의적 의미에서의 거버넌스 개념에 근접한다[5].

앞서 언급하였듯이 현재 거버넌스에 대한 이론 및 실증적 연구는 활발히 진행되고 있으나, 거버넌스 지원 전자정부시스템의 개발에 대한 연구는 거버넌스의 통일된 정의 부재 등의 어려움으로 인해 아직 상대적으로 관심 밖에 있다. 시민에게 중점을 둔 전자정부시스템의 예로 서울시에서 개발한 OPEN 시스템(Online Procedures Enhancement for Civil Applications system)이 국제적으로 인정받고 있으나 시민이나 정부기관 등 모든 참여자 사이의 정보공유는 아직 제한적이다[15]. 최근 거버넌스 지원 전자정부시스템의 개발과 관련하여 전자거버넌스 시스템[9]이 제시 되었지만 이 연구는 광의적 의미에서의 거버넌스 개념을 대상으로 하여 거버넌스 지원 전자정부시스템의 특성과 핵심 요구사항을 분석한 후 이를 바탕으로 한 시스템 기본 모델만을 제시하였다. 완전한 전자거버넌스 시스템의 구현은 사회적 관점에서의 거버넌스 시스템 모델 완성과 소프트웨어 시스템으로의 매핑, 그리고 소프트웨어 시스템의 구성요소 등에 대한 보다 세부적인 논의가 필요하다[9].

거버넌스 지원 전자정부시스템은 프라이버시 등을 보장하면서 구성원 사이에 정보를 공유하여야 한다. 클라이언트/서버 형태의 통신은 공유되는 정보가 서버에 저장되어 프라이버시 유지가 매우 어려우나 P2P 통신은 정보의 프라이버시를 유지할 수 있다[16]. 따라서 P2P 통신이 거버넌스 지원 전자정부시스템에 가장



[그림 1] P2P 기반의 거버넌스 지원 전자정부시스템

적합한 통신방식으로 간주되며, 거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘에 대한 연구가 필요하다.

3. 거버넌스 지원 전자정부시스템의 요구 사항

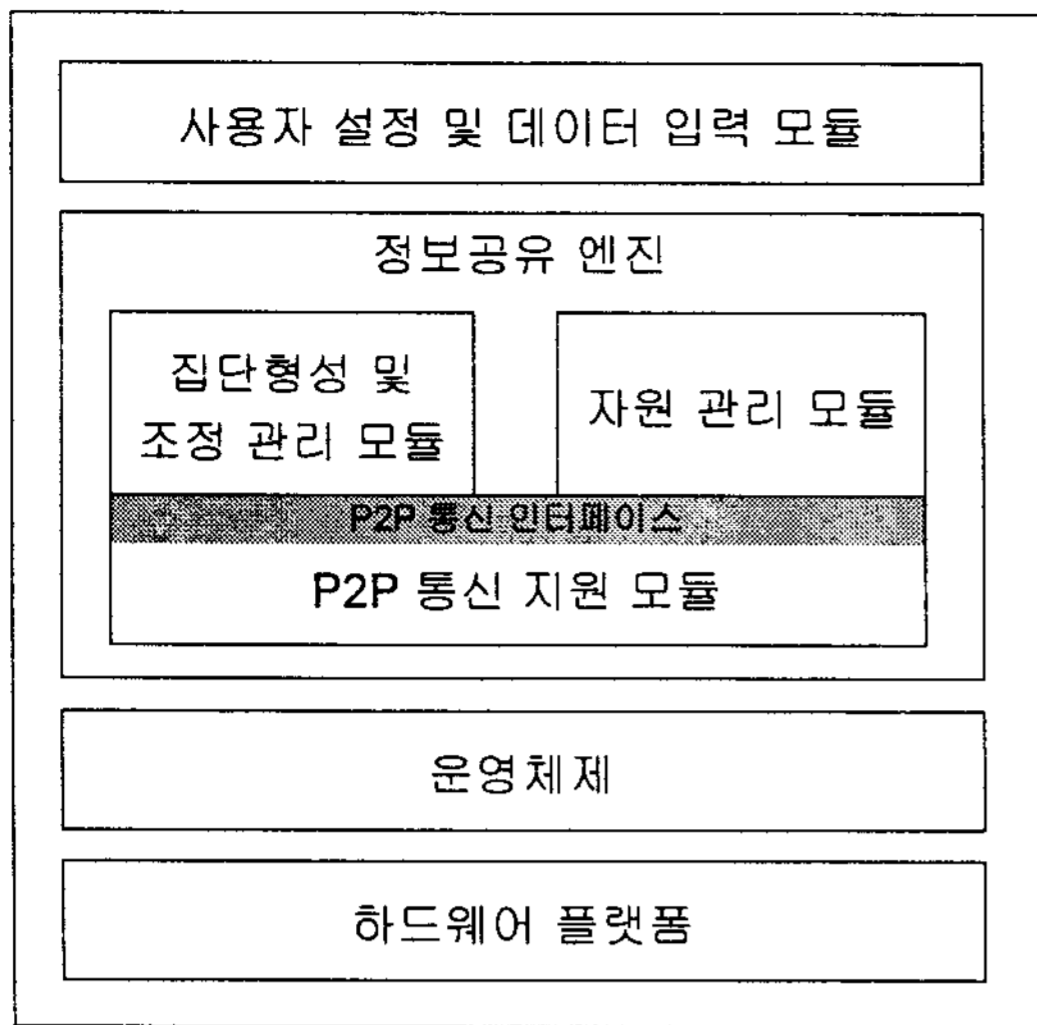
거버넌스 지원 전자정부시스템은 복잡하고 정보가 광역 분산된 환경에서 보안과 프라이버시 등을 유지하면서도 개인이나 그룹, 정부기관 등을 포함한 모든 구성원 사이의 정보공유와 이를 위한 조정(coordination) 기능을 제공하여야 하며, 다음과 같은 기본 요구사항을 만족시켜야 한다.

- 사용자가 언제 어디서나 쉽게 연결될 수 있는 기능
- 광역 분산된 환경에서 정보의 취합 및 분석 등을 신속히 처리하여 이러한 정보가 적시에 가용하도록 고성능 데이터 처리가 가능한 컴퓨팅 환경의 제공
- 프라이버시 등을 보장하기 위한 보안 기능

따라서 광역 분산된 환경에서의 전자거버넌스 시스템의 개발은 자원과 서비스에 대한 자동 위치탐색 및 예약, 작업(job) 및 데이터 배치(placement), 이동(migration), 제어, 보안 및 신뢰성, 독립적 실행(autonomy)과 같은 다양한 서비스를 제공할 수 있는 분산 컴퓨팅 환경이 가장 기본적으로 요구된다. 또한 사용자가 언제 어디서나 쉽게 연결될 수 있는 유비쿼터스 환경에서 중앙집중식 조정제어 기능을 단말 시스템으로 적절하게 분산시키는 분산 조정제어 기능이 필요하며 이를 바탕으로 한 구성원 사이의 가상 집단형성 메커니즘도 요구된다. 이와 같은 분산 조정제어에 필요한 두가지 중요한 기술적 요구사항은 다음과 같다.

- 각 P2P 통신 메시지의 요구를 만족시켜 줄 수 있는 디렉토리 및 정보자원에 대한 즉각적인 지원 및 적응 능력
- 작업 종속적인 P2P 서비스 관계를 형성하기 위해 필요한 집단형성(aggregation) 및 조정(coordination) API (Application Programming Interface)

P2P 통신 기반의 거버넌스 지원 전자정부 시스템은 [그림 1]과 같이 서로 다른 정보공유등급을 가지는 구성원으로 이루어지며 구성원 사이의 상호대화를 지원한다[9, 10]. 구성원은 개별 시스템 참여자(peer), 그리고 참여자로 이루어진 그룹을 포함하며, 피어 그룹은 어떤 등급의 정보가 다루어지는가에 의해 서로 다른 등급을 갖는 피어 그룹으로 구분된다. 따라서 거버넌스 지원 전자정부시스템을 설계할 때, 사회적인 관점에서 피어 그룹(peer group)의 정의, 한 구성원이 동시에 속할 수 있는 그룹의 수, 그룹 사이의 상호대화에 대한 특징 등의 사항을 먼저 고려하여야 한다. 그러나 이에 대한 논의는 본 연구의 범위를 벗어나며, 본 연구는



[그림 2] P2P 기반의 전자거버넌스시스템 구조

구성원 사이의 상호대화를 지원하는 P2P 통신 메커니즘에 초점을 둔다.

4. 거버넌스 지원 P2P 통신

거버넌스 관점에서의 투명성 확보를 위해서는 각 주체, 즉 두 구성원 사이의 정보공유와 조정을 통한 상호 신뢰형성이 중요하다[8]. 그러나 두 구성원 사이의 정보공유와 조정 문제는 프라이버시 보장 등의 보안 문제가 부수되며, 이 문제에 대한 해결 방안으로 P2P 통신이 적합하다. 거버넌스 지원 전자정부시스템의 P2P 통신 메커니즘은 응용 레벨(application level)에서 다루어지기 때문에 단순한 구성원 사이의 통신 문제보다 P2P 컴퓨팅 모델로서 다루는 것이 적절하며, 본 절은 이러한 관점에서 위의 요구사항을 만족시키기 위해 P2P 통신에서 예상되는 문제점과 요구사항을 기술하고 적합한 P2P 통신모델에 대하여 논한다. [그림 2]는 P2P 통신 기반의 전자거버넌스시스템 구조를 보이고 있다[9].

4.1 거버넌스 지원 P2P 통신 요구사항

Barkai[16]는 P2P 통신 기반 응용을 개발할 때 실제 나타나는 일반적이고 근본적인 문제에 대하여 논하였다. 이 문제 중에서 P2P 통신 메커니즘이 3절에서 언급한 요구사항을 만족시키기 위해 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- 미지의 피어에 대한 신뢰 부족
- 휴대기기로부터 슈퍼컴퓨터에 이르는 하드웨어의 이질성
- 서로 다른 운영체제 및 실행환경에 따른 소프트웨어의 이질성
- 서로 다른 대역폭(bandwidth)을 갖는 네트워크의 이질성
- 시스템 구성원(peer)의 변동으로 인한 규모(scale)의 문제
- 구성원의 출현과 퇴장이 예측 불가능하며 간헐적으로 이루어지는 간헐성(intermittency)
- 세션 중에도 이동할 수 있는 자원으로 인한 자원위치탐색(location)
- 각 구성원이 자원을 공유하며 협동하면서도 자신의 시스템에 대한 최종 권한(authority)과 자치성(autonomy)을 유지하는 문제
- 서로 다른 보안 및 관리 정책을 가지는 구성원 시스템의 지역정책(local policy) 보장
- 피어들이 지역적으로 분산됨

거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘은 이 문제들을 해결하기 위해 기본적으로 다음 요구사항을 만족시켜야 한다.

- 기기, 하드웨어, 소프트웨어의 이질성을 극복할 수 있는 플랫폼 독립성(cross platform)
- 이질적인 구성원 사이의 상호운용성

(interoperability)과 협동(cooperation)

- 신분확인(authentication), 권한인증(authorization), 데이터 무결성(data integrity), 기밀성(confidentiality), 프라이버시 등 구성원 사이의 신뢰 구축에 필수적인 보안
- 각 구성원이 자신의 시스템 자원을 공유할 때 자신이 원하는 대로 제어할 수 있는 지역 자치성(local autonomy)
- 간헐적으로 나타나거나 사라지는 구성원의 자원을 이동하거나 재생성하는 등의 방법으로 구성원의 진퇴에 상관없이 시스템 운영이 계속될 수 있도록 하는 영속성(persistence)
- 시스템 구성원의 지속적 증가에도 불구하고 작동되는 규모확장성(scalability)
- 미래의 새로운 기기나 기능, 또는 새로운 서비스의 추가를 용이하게 하기 위한 시스템 구조의 모듈화 및 확장성

위의 기본적인 요구사항에 더해 고장감내성, 투명성(transparency), 신뢰성(reliability), 작은 풋프린트, 성능 등과 같은 요구사항이 있으나, 본 연구는 복잡성을 줄이기 위해 이들에 대한 고려는 제외한다. 위 요구사항은 다음 다섯 개의 기술적 문제에 대한 해결책을 필요로 한다.

- 방화벽(firewall)이나 동적·사적 IP 주소로 인한 두 구성원 사이의 직접 통신 구축의 어려움
- 자원에 대한 명명방법(naming) 및 탐색방법(discovery)
- 간헐적으로 중단되는 연결의 관리와 고장감내성을 통한 그리고 자원과 시스템의 가용성
- 신분확인, 권한인증, 기밀성을 포함한 보안 보장
- 공유되는 자원에 대한 자원 관리 (예, CPU, 스토리지와 파일, 네트워크 대역폭과 같은

하드웨어 자원이나 콘텐츠 자원 등에 대한 관리)

이 기술적 문제 중 P2P 통신을 위해 최우선적으로 고려되어야 하는 것은 보안 문제이다[16].

4.2 거버넌스 지원을 위한 P2P 통신 모델

P2P 통신을 기반으로 한 많은 응용과 이들의 변형이 있으나 대부분의 P2P 응용은 보통 다음 세가지 종류 중 하나의 모델로 구분된다[16, 17].

- 분산 컴퓨팅
- 콘텐츠 공유
- 협동(collaboration)

거버넌스 지원 전자정부시스템의 구성원들은 인스턴트 메시지 교환, 오디오/비디오 통신, 공유정보 동시갱신(concurrent update) 등의 작업을 수행하기 위해 실시간 상호대화를 요구한다. 따라서 거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘은 실시간에 가까운 구성원 사이의 상호대화를 지원하여야 하며, 본 연구는 거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘을 협동 모델로 간주한다. 그러나 거버넌스 시스템이 사회적 관점에서 어떻게 정의되느냐에 따라 콘텐츠의 공유나 작업의 분산처리를 요구할 수 있으며, 이 경우 거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘은 여러 모델이 조합된 형태로 나타날 수 있다.

4.3 거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘 설계

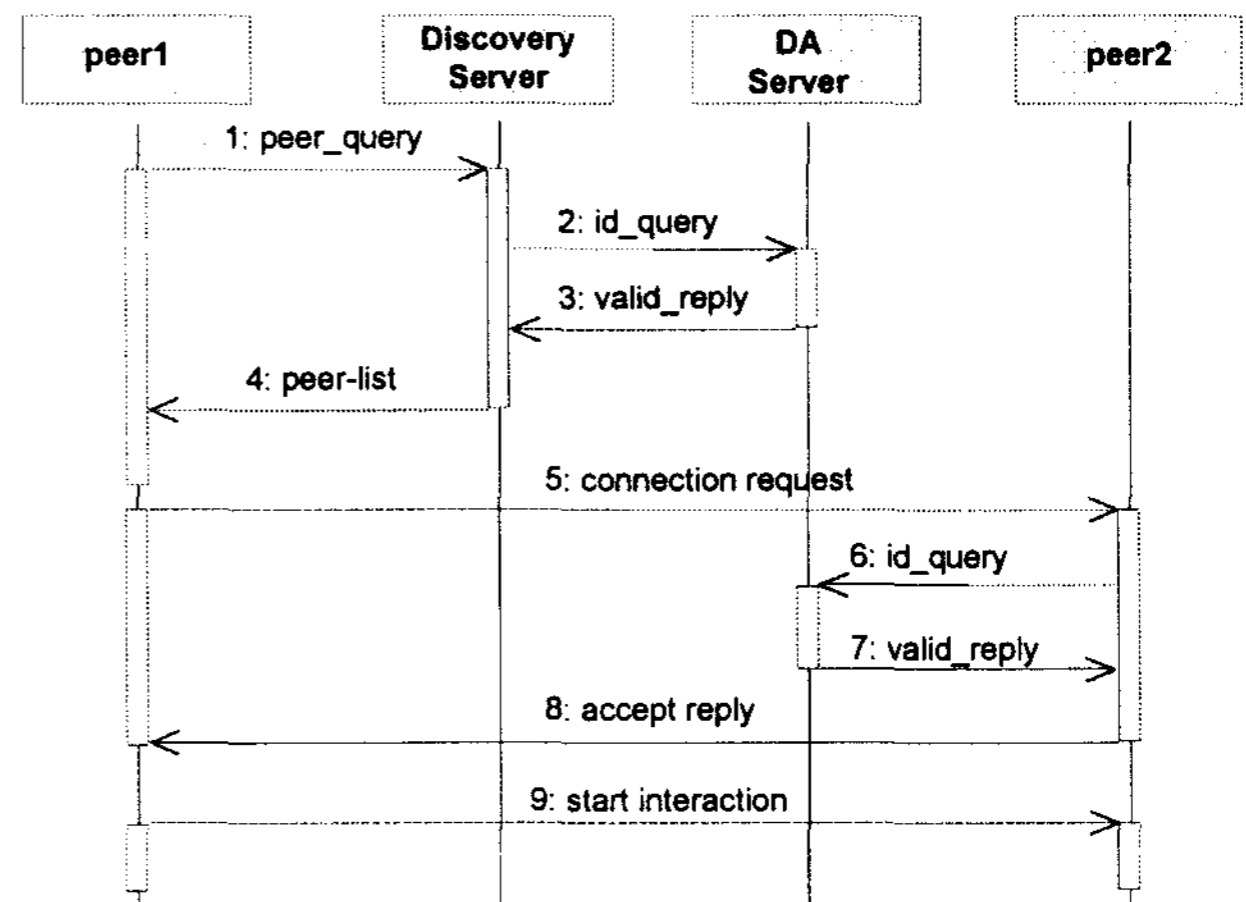
본 연구는 거버넌스 지원 P2P 통신에 대한 기술적 문제 중 보안과 자원 명명 및 탐색 방법을 다루기 위하여 단순한 기능의 P2P 통신 메커니즘에 대한 개념증명(proof-of-concept)

모델을 다음과 같은 거버넌스 시스템 모델을 대상으로 하여 설계하였다.

- 시스템 구성원은 특성에 따라 여러 그룹으로 분류되며 각 그룹은 취급 정보의 중요성에 따라 다른 정보공유등급을 부여 받는다.
- 두 피어의 정보공유등급이 서로 다를 때 P2P 통신에서 낮은 등급의 정보만을 다룰 수 있다.
- 모든 정보는 실명으로 다루어진다.
- 시스템 구성원은 반드시 DA(Dynamic Authentication) 서버로부터 신분확인 토큰을 받아야 하며 신분확인이 필요한 경우 토큰을 제공하여야 한다.
- 구성원은 원하는 피어의 특성을 요청 메시지에 포함하여 탐색 서버(Discovery Server)로 보낸다.
- 탐색 서버는 모든 시스템 자원에 대한 특성 정보를 유지하며, 피어 탐색 요청 메시지가 도착하면 요청메시지에 명시된 피어의 특성에 맞는 구성원을 찾아 가장 적합한 순서로 나열된 구성원 목록을 반환한다. 이 때 피어의 특성에 대한 적합성은 여러 변수의 함수로 결정한다.

이외에도 공개 정보와 비공개 정보의 공유, 실명과 익명의 사용, 정보의 인코딩과 디코딩[18], 구성원의 계층 구조[19], 피어 선정 정책[20] 등 많은 가정이 있으나 간략한 기술을 위해 이를 생략한다.

[그림 3]은 두 구성원 사이의 P2P 연결에 대한 P2P 통신 메커니즘의 단순화된 작동 시나리오를 보이고 있으며 설명은 다음과 같다. 구성원(peer1)이 어떤 특성을 가진 다른 구성원과 상호대화를 하려면 원하는 피어 특성과 신분확인 토큰을 포함한 요청 메시지를 탐색 서버에게 보낸다(1). 탐색서버는 요청자의 신분확인 토큰을 DA 서버로 보내고(2) 신분이



[그림 3] 전자거버넌스 시스템의 일반 구조

확인되면(3) 적합한 피어 목록을 요청자에게 반환한다(4). 요청자(peer1)는 반환받은 피어 목록으로부터 가장 적합한 피어(peer2로 가정)를 선택한 후 그 구성원에게 신분확인 토큰을 포함한 P2P 연결 요청 메시지를 보낸다(5). P2P 연결 요청 메시지를 받은 구성원(peer2)은 요청자의 신분확인 토큰을 DA 서버에게 보내고(6) 신분이 확인되면(7) 요청자의 정보공유등급과 자신의 정보공유등급을 비교하여 낮은 등급으로 P2P 통신에 대한 정보공유등급을 설정한 후 P2P 연결을 승인한다(8). 요청자도 P2P 연결 승인 메시지를 받은 후 자신의 정보공유등급과 상대방의 정보공유등급을 비교하여 낮은 등급으로 P2P 통신에 대한 정보공유등급을 설정한다. 이후 두 구성원은 P2P 통신을 통해 상호대화 한다(9).

5. 결론

거버넌스 관점에서의 시민참여에 대한 이론 및 실증적 연구가 최근 활발히 진행되고 있으나, 일반 시민역량(citizen capacity)을 개선하기 위한 거버넌스 지원 전자정부시스템의 개발은 국내외에서 상대적으로 관심 밖에 밀려 있다. 거버넌스 지원 전자정부시스템은 능동적인

시민참여에 중점을 두고, 복잡하고 정보가 광역 분산된 민주사회 환경에서 보안과 프라이버시 등의 핵심 민주주의 가치를 유지하면서도 시민을 포함한 모든 구성원 사이의 정보공유와 이를 위한 조정 기능을 제공하여 모든 참여자가 정보를 적절히 공유할 수 있는 능력 향상을 목표로 한다.

보안과 프라이버시를 유지하면서도 쌍방간의 정보공유를 가능하게 하는 P2P 통신 메커니즘은 거버넌스 지원 전자정부시스템의 중요한 요소 중의 하나로서, 본 논문은 거버넌스 지원 P2P 통신 메커니즘에 대한 요구사항을 논하고 이를 만족시킬 수 있는 P2P 통신 모델에 대하여 기술하였다. 또한 P2P 통신의 가장 중요한 기술인 보안과 자원 명명 및 탐색 기능을 제공하는 P2P 통신 메커니즘의 설계에 대하여 논하였다.

본 논문은 거버넌스 지원을 위한 P2P 통신 메커니즘에 대한 기본적인 요구사항과 기술적 문제를 논하였다. 앞으로 고장감내성, 투명성, 신뢰성, 작은 풋프린트, 성능 등과 같은 고급 요구사항을 만족시킬 수 있는 P2P 통신 메커니즘에 대한 연구와, 집단 형성, 조정 관리, 자원 관리를 위한 프로토콜 지원, 그리드[21, 22] 기반의 P2P 통신, 휴대형 기기의 P2P 통신 메커니즘[23] 등에 대한 연구가 필요하다.

[참고문헌]

[1] 명승환, 최영훈, “전자정부 추진과정과 비판: 주요이슈별 문제점 진단과 개선 방안”, 「한국행정학회」, 춘계학술대회, 2004

[2] 윤상오, “전자정부와 행정참여”, 「한국행정학회」, 동계학술대회, 2002

[3] 허훈, “사이버 거버넌스의 사례와 교훈”, 「한국행정학회」, 하계학술대회, 2004

[4] 소순창, “한국 로컬 거버넌스의 실태분석: 정부, 시민, 그리고 기업의 행위자 네트워크를 중심으로”, 「한국행정학회」, 하계학술대회,

2004

[5] 주재복, “협력적 로컬 거버넌스의 대두 3: 안양천 수질개선사례를 중심으로”, 「한국행정학회」, 하계학술대회, 2004

[6] 안성호, 이정주, “로컬 거버넌스와 지역 경쟁력”, 「한국행정학회」, 하계학술대회, 2004

[7] 홍성만, “협력적 로컬 거버넌스의 대두 4: 대포천 수질개선을 둘러싼 정부-주민간 협력적 로컬 거버넌스 분석”, 「한국행정학회」, 하계학술대회, 2004

[8] 엄태석, 김보흠, “로컬 거버넌스 형성을 위한 파트너쉽 조건의 실증적 분석”, 「한국행정학회」, 하계학술대회, 2004

[9] 한재일, 전성택, “전자거버넌스 시스템의 구조에 대한 연구”, 「한국콘텐츠학회」, 제5권 1호, 2005, pp. 209-215

[10] 한재일, 전성택, “차세대 전자정부에서의 정보공유시스템에 대한 연구”, 「한국SI학회」, 춘계학술대회, 2004, pp. 45-49

[11] Heeks. R., *Reinventing government in the information age: international practice in IT-enabled public sector reform*, Routledge, London, 1999

[12] Rhodes R. A. W., *Governnance and Public Administration*, in *Dabating Governance* (John Pierre (ed.)), Oxford University Press, Oxford, 2000

[13] Ingraham, P. W., Thompson, J. R., and Sanders, R. P., *Transforming government: lessons from the reinvention laboratories*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1998

[14] Thomas B. Riley, Rogers W'O Okot-Uma, *Electronic Governance*, Commonwealth Secretariat, 2001

[15] Choi, S. and Ahn, M. S., *OPEN the government: online procedures enhancement for civil applications*, American Society for Public

Administration, The 62nd National Conference, Rutgers, 2001

- [16] Barkai, D., "Technologies for Sharing and Collaborating on the Net," International Conference on Peer-to-Peer Computing, Linköping, Sweden, August 2001, pp. 13-28
- [17] Schollmeier, R., "A Definition of Peer-to-Peer Networking for the Classification of Peer-to-Peer Architectures and Applications," International Conference on Peer-to-Peer Computing, Linköping, Sweden, August 2001, pp. 101-102
- [18] Berket, K. et al., "PKI-Based Security for Peer-to-Peer Information Sharing," International Conference on Peer-to-Peer Computing, Zürich, Switzerland, August 2004, pp. 45-52
- [19] Akram, A. and Rana, O. F., "Structuring Peer-to-Peer Communities," International Conference on Peer-to-Peer Computing, Linköping, Sweden, August 2003, pp. 194-195
- [20] Ye, S. et al., "Collaborative Automated Trust Negotiation in Peer-to-Peer Systems," International Conference on Peer-to-Peer Computing, Zürich, Switzerland, August 2004, pp. 108-115
- [21] The Globus Project, Retrieved from the World Wide Web: <http://www.globus.org>
- [22] The Legion Project, Retrieved from the World Wide Web: <http://legion.virginia.edu>
- [23] Charas, P., "Peer-toPeer Mobile Network Architecture," International Conference on Peer-to-Peer Computing, Linköping, Sweden, August 2001, pp. 55-61