

## 이기종 네트워크의 효율적 관리에 연구

조석팔\*

### 목 차

- I. 개 요
- II. 네트관리에서부터 QoS관리에 이르기 까지
- III. 네트워크의 예측성과 그 예측성이 QoS관리에 미치는 영향
- IV. 교차 계층에 기반 한 시스템 설계 접근
- V. 결 론
- 참고문헌
- Abstract

### I. 개요

인터넷이 시작된 이래 많은 고정 유선 소자로 구성된 네트워크의 형태는 운영을 촉진시키는 과정이나 프로토콜의 모양은 쉽게 풀 수 없는 복잡한 양상을 띠고 있다. 네트워크의 구조는 정적이고 기초가 되는 물리적 계층의 신뢰성과 시 불변성으로 가정하고 있다. 인터넷이 설계되고 진화된 기본 원칙은 20년 전부터 점-대-점 논리 근거[1]에 의한 명백한 방법에 기초하고 있다. 이러한 기본 원칙은 인터넷과 같은 계층적 통신 네트워크 기능은 종단 시스템에서 구현되어야 한다. 예를 들면 공통적으로 열거되는 것은 오류 제어, 보안, 및 라우팅 등이다.

점-대-점 논리는 인터넷에서 최근에 재시행되고 있으며 그 사용 또한 진화되어가고 있고 요구사항의 새로운 설정이 출현하기 시작했다[2]. 점-

대-점 논리로부터 좀 더 앞서 가 보면, 전문가들은 몇 가지 요구 조건들을 인용하고 있다. 즉 신뢰할 수 없는 세계 전 네트워크에서 운영되기 위한 조건, 또는 보다 많은 응용 조건 과 ISP서비스 차별화, 제 3자의 참여에 따른 요구사항, 초보 사용자들에 대한 요구 사항들을 거론하고 있다 [2]. ISP서비스 차별화에 따른 요구사항들은 차세대 네트워크에서 우선적으로 고려되어야 할 것이다. 부가적으로 예측할 수 없는 무선 네트워크의 확산에 따른 보다 중요하고 새로운 요구 사항들이 추가될 것으로 예측된다.

본 연구에 있어서 이동 네트워크와 같은 특수 환경을 고려한 네트워크의 일차적인 목적은 적기에 적합한 장소에 적합한 정보를 얻는 것이다. 최종 목표는 품질 서비스(QoS)의 합리적인 정의이다. 품질 목표에 충족되는 네트워크의 성능을 정량화하고 구성 요소에 부합되는 품질 서비스를 개발하여야 한다. 전체 네트워크에 보다 밀접하게 적용하기 위해서는 폭 넓은 품질 서비스의 정

\* 성결대학교 정보통신공학부 교수

의를 수용 하여야 할 것이다[3]. 일반 수준의 품질서비스(QoS) 정의에 의하면, 네트워크 기획, 실무, 관리, 최적화, 및 운영은 총체적인 품질 서비스(QoS)관리로 볼 수 있다. 본 연구의 나머지는 운영 및 품질 서비스(QoS)관리에 관하여 검토할 것이다.

품질 서비스(QoS)의 중요성은 무선 네트워크의 동적인 특성과 향후 무선 네트워크의 증대에 따라 크게 달라질 것이다. 차원 높은 계층 간 접속설계는 과거 보다 고정된 하부구조를 구성하는 이기종 네트워크 관리 및 설계에 있어서 실질적인 진행을 수행하기 위해 고려하여야 할 필요가 있다. 무선 네트워크의 교차계층 설계에 관하여 연구가 진행되고 있으나 내부 계층의 상호작용 변수 및 네트워크 간 존재하는 관계성에 관해서는 아직 초기단계이다.

본 연구에서 소개된 네트워크의 예측성에 대한 개념은 통신망의 이동성 및 네트워크 링크의 시 변화 특성에 대한 효과에 관해서 언급하고 있다. 예측성을 보는 다른 방법은 네트워크 상태의 신뢰가능 여부에 대한 측정이다. 오늘날 인터넷과 같은 높은 수준의 예측성은 품질서비스(QoS)를 관리하는데 있어서 크게 영향을 미치고 있다. 높은 예측성은 비효율성이 강한 계층화 된 인터넷 구조와 관련이 되지만 설계에서는 이를 무시하는 경향이 있다. 무선네트워크에 대한 신뢰성 및 예측성 고려에 따른 비효율성은 이동 네트워크에서 더 이상 무시될 수 없으며 이에 대한 새로운 관리와 설계 도구가 개발되어야 한다. 지금까지 인터넷 설계에서 다루어진 원칙이 차세대 네트워크의 요구와 목적을 충족시키기에는 충분하지가 않다.

본 연구에서는 네트워크 예측성의 중요성을 강조하는 이동 무선 네트워크의 QoS에 대한 기본 틀을 제시한다. 사용자 요구의 변화에 따라

QoS는 기본적으로 기존의 QoS관리 구현에 중점을 두고 있으며 높은 수준의 네트워크에 대한 예측성을 가진다. 보다 다양한 환경에서의 효과적인 QoS는 네트워크 자원에 대한 예측성을 중요시하며 서로 다른 환경에 적합한 QoS관리의 해법을 향상시키는 것을 요구한다. 또한 QoS관리 해법은 사용자 요구 변화에 따라 나타나는 전통적인 문제점을 해결하여야 할 필요가 있다. 그리고 네트워크 계층 간의 교차계층설계는 예측이 곤란한 환경에 적용할 수 있는 중요한 기술이다. 그러므로 기본 틀은 설계의 복잡성이 초점이 되는 계층과 네트워크 간의 신뢰성을 확보하기 위한 모형과 이와 관련된 통합적인 교차계층설계를 고려하여야 한다. 여기에 필요한 것은 계층 간의 결합도 및 상관성이 높은 지점에서 프로토콜 계층을 결정하는 계층의 일관성에 대한 개념을 이해하여야 한다. 이것은 성능에 관련된 이득을 최대화하기 위해 존재하여야 한다. 계층간의 일관성에 대한 지식을 최대화하기 위해서 무선 네트워크에서의 교차계층 접속설계 사용에 대한 구체적인 안내를 제공하고자 시도했다. 그리고 교차계층설계가 무선이동 네트워크에 적용되는 방법을 도식화하는 주요한 첫 번째 단계이다.

## II. 네트관리에서부터 QoS관리에 이르기 까지

오늘날 네트워크 관리는 크게, 네트워크 감시 및 진단에 관련된 매우 협의적인 개념의 기능과 네트워크 오류에 관한 것으로 이해된다. 이러한 비효율적인 패러다임은 과거 수십년간에 걸쳐서 매우 점진적으로 변화되어 왔다[8]. 전통적인 네트워크 관리는 네트워크가 사용자에게 QoS

S를 만족시키기 위해서 다른 기능과 완전히 분리시키는 경향이 있었다. 이러한 기능은 다른 기능들 가운데 보호교환 기능, 호 허용기능, 및 정책기능, 및 주소 관리기능, 그리고 자원 예약 및 할당기능 등이 이에 포함된다.

네트워크 관리 영역은 네트워크가 극한상황에서 대처할 수 있는 능력을 가지고 있는지를 확인하기 위해서 적응성을 총체적인 차원에서 보다 폭넓게 접근 할 수 있어야 한다. 이것은 고정된 일반 환경의 정보통신 설비에서 부터 잠정적으로는 시 변화 무선 링크에 크게 집중되는 이동 환경의 무선 네트워크와 일반 환경의 네트워크 간 그리고 이 기종 네트워크 간의 천이를 강조함에 있어서 특별히 중요하다.

폭 넓은 의미에서의 네트워크 관리는 기본적으로 네트워크 사용자들에게 오늘날의 많은 목표를 추구하는 네트워크 관리 해법 보다 가능한 한 실제적이고 실현 가능한 최선의 서비스를 제공하고자 하는 데에 관심을 두는 것이 바람직하다. 따라서 QoS에 대한 폭넓은 정의를 수용할 수 있다는 가정 하에 네트워크 관리는 QoS관리 쪽으로 향하는 패러다임의 이동을 요구하게 된다. 오늘날 많은 정의는 품질에 관한 일반적인 설명에서 부터 패킷손실율과 같은 아주 특수한 측정기준에 이르는 범위까지 언급하고 있다[3]. 보다 일찍이 기술된 내용으로서 네트워크에 관하여 객관적으로 진술되는 정의를 채택하고 있다. 즉 “품질서비스는 올바른 정보가 적시에 적합한 장소에 배달 되게 하는 정도이다.”[3]라고 정의하고 있다. 이러한 수준 높은 정의는 오늘날 모든 네트워크에 적용하는 것은 가능하지는 않지만 일반적으로 모든 무선네트워크에 인용되는 QoS에 대하여 통계적 특성을 강조하고 있으며 QoS의 불확실한 속성을 강조하면서 QoS와 여러 하위계층 간 즉 점-대-점 지연, 손실률 및 서비스의 가

용성 등 통계적 속성에 따라 기술되는 하위계층과 QoS 간의 차별화를 기술하고 있다.

구체적인 응용에서는 QoS측정을 식별하는 대신에 QoS관리에 있다. 즉 이러한 QoS 관리는 가능한 한 최선의 품질수준을 제공하기 위하여 네트워크 설계자와 운영자간의 약속에 의하여 취해지는 조치라고 볼 수 있다. 여기서의 관심은 기획, 투자, 구조 및 설계와 관련된 의사결정 과정에 매우 유용한 QoS 관리를 위한 기본 틀에 관심을 기울이고 있다. 제시된 기본 틀은 네트워크 관리에 영향을 미치는 지배적인 요인으로서 네트워크 예측성에 대한 탁월성을 설정한다. 사용자 정보 규모와 네트워크의 이용성과 같은 것은 사용자에게 순간적인 QoS에 영향을 미치지 만, 기본적으로 네트워크의 관리에 영향을 미치지 않는다.

### III. 네트워크의 예측성과 그 예측성이 QoS관리에 미치는 영향

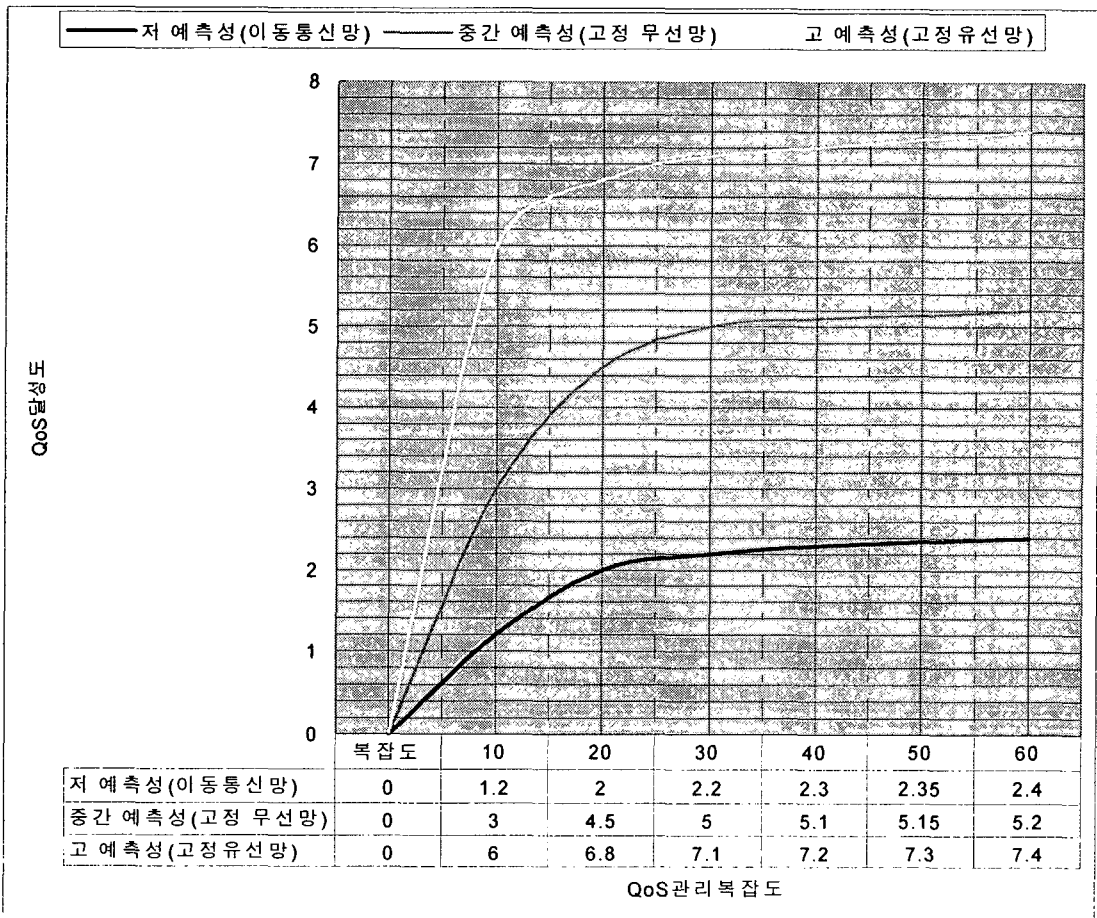
여기 QoS 관리에 대한 기본 틀을 구성하는 데 있어서 QoS 관리가 오히려 다른 어떤 네트워크 보다 용이하다고 보는 분명한 관점으로 부터 시작된다. 높은 신뢰성을 가진 고정 유선네트워크는 관리의 복잡성 차원에서 무선네트워크 보다 높은 잠재성의 QoS를 지니고 있으며 또한 보다 높은 QoS를 달성할 수 있다. 여기서는 투자와 구조적 결정을 안내하는 데에 도움이 되는 무선 이동 네트워크와 광대역 하부구조 간의 차별화를 두는 것을 분명히 하고자한다[9]. 네트워크 예측성이나 또는 네트워크의 상태를 예측할 수 있

다는 정도는 여러 가지 네트워크와 QoS관리에 있어서 매우 중요한 역할을 한다는 것이 주요 차별화 요인이다.

그림 1은 일반 개념적인 방법으로 네트워크 차별성에 있어서 달성할 수 있는 QoS와 네트워크의 복잡성과 관련된 관계성을 기술하고 있다. 이러한 관계성은 QoS관리의 기본 틀에 대한 기본을 나타내고 있다.

### 3.1. 네트워크 예측성의 특성화

네트워크는 정점과 꼭지 점으로 구성하여 상호 연결시킨 도식으로 기술할 수 있다. 보통 네트워크의 상태를 기술함에 있어서, 네트워크의 상태는 S, 정점의 집합이나 노드로 구성된 도식은 N, 노드 상호간이 품질 측정은 Q로 표시하여  $S=(N, Q)$ 로 기술한다. 일반적으로 네트워크에



(그림 1) QoS 관리기능의 복잡성과 예측성의 관계성

있어서 노드의 수는 시간에 따라 변화한다. 보다 중요한 것은 모든 소자  $q \in Q$  는 시간의 함수

이며 일반적으로 링크의 품질은 무선네트워크에서 고정되어 있다고 가정할 수 없다. 여기에 간섭의 여러 형태나 다중 경로 분산, 전달 손실을 포함하는 링크 품질에 있어서 영향을 미치는 여러 가지 요인이 있다. 그러나 이 부분에 대한 상세한 내용은 본 논문의 범위를 벗어나므로 언급하지 않는다.

개별적인 링크 품질은 전체 네트워크 성능에 크게 영향을 미치며, QoS를 관리하는 능력에 또한 영향을 미치는 것은 링크품질의 예측이 가능하므로 네트워크의 예측성은 모든  $q \in Q$  라고 측정할 수 있다. 네트워크의 예측성은 각  $q \in Q$ 의 통계적 행위와 시간 영역에 대한 통계적 행위에 대한 기능이다. 네트워크의 링크는 일반적으로 그들의 통계적 특성이 시간에 따라 변할 것이라는 판단에서 시변수로 이루어진다. 여기서 네트워크 링크가 통계적 시각에서 시 불변이 된다는 가정 하에 기본적 시간 영역을 포착하기 위한 네트워크 결합시간의 개념을 소개한다. 결과적으로 결합시간이 큰 것은 네트워크의 상태를 서서히 변화시키며 작은 결합시간은 급속히 변화하는 네트워크를 나타낸다. 링크품질 통계와 동시에  $T_{Ncoh}$ 는 네트워크 예측성을 결정한다. 네트워크 결합시간에 대한 개념은 통신이론에서 보다 협의의 개념으로 정의된 채널의 결합시간으로 해석되어 질 수 있다는 것이 중요하다. 또한 이것은 도플러 확산[10]에 의한 개별 채널의 구형과 응답에 대한 변화 율의 측정이라고 할 수 있다.

네트워크 예측성에 있어서 보다 구체적이고 정밀하게 측정하기 위한 방법의 개발은 계속 진행되고 있으나, 본 논문의 범위를 넘어서나. 위의 개념은 전통적인 통신이론에 바탕을 둔 네트워크에 대한 기본 이론을 향상시키기 위하여 여기서 기술하였다. 그러나 단일 링크에 대한 연구의 범위를 벗어난다. 이러한 접근이 없이는, 무선

및 이동 네트워크와 관련된 현장기술과 설계를 위한 노력들은 현존하는 큰 규모의 동작 및 균형에 대한 기본적 이해가 부족한 상태에서 계속 진행되어질 것이다. 이러한 것은 현재 영역에서 다음 영역에 이르기까지 폭넓게 변화하는 예측성을 가진 이 기종 네트워크를 설계하고 운영하는데 있어서 크게 영향을 미칠 것이다.

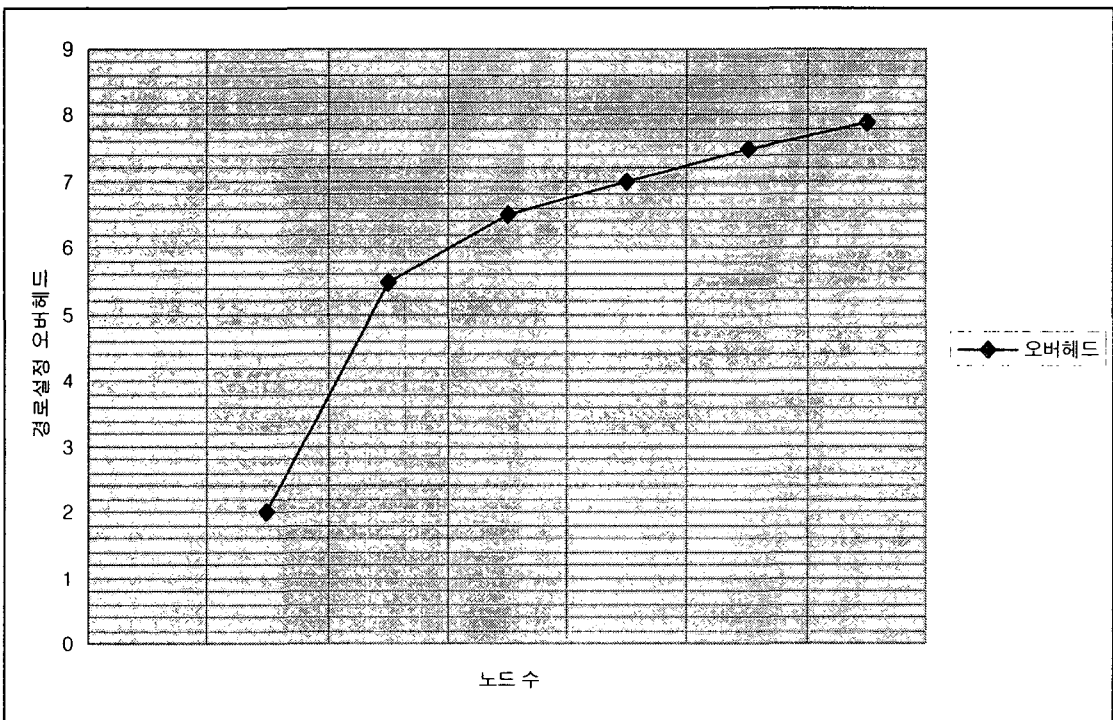
### 3.2. 상위 수준의 구조 및 기획 설계

본 논문의 목적은 미래의 특수 이동 환경에서의 네트워크를 설계하고 운영하며 구성하는 데 있어서 과학적인 접근을 유발시키는데 있다. 필요에 따라 주요한 무선 소자를 사용하며 다음과 같은 내용의 몇 가지 기본적 상위 수준의 개념을 제시코자한다.

네트워크에 관한 기획, 기술 투자 및 통신규약 개발은 네트워크 사용자들에게 예측이 가능한 QoS 곡선을 제공하는 데에 그 목적이 있어야 한다. 즉 이러한 개념은 높은 예측성을 통하여 많은 정보량을 처리하는 경로설정과 이 기종 네트워크의 관리운영에 있어서 중요한 의미를 가진다. 여기 이 기종 네트워크는 많은 광케이블을 수용할 수 없다. 대역폭 확장[11]은 사용자에게 높은 신뢰성을 제공한다는 것이 입증되었다. 고정 광케이블의 하부구조는 경로 여유도 및 높은 신뢰성의 교환구조의 구성이 가능하기 때문에 다른 하부구조 모드에서도 이를 선호한다. 광 기술은 사용자들에게 많은 량의 데이터를 전송할 수 있는 기회를 제공하며 속성은 광 네트워크상에서 QoS 관리가 용이하도록 하는 방안을 제공하는데 초점을 두고 있다. 광 교환 및 경로 설정 기술의 발전은 기존의 광 경로설정에 있어서 부가기술을 적용시킴으로서 오늘날 정보통신 서비스 제공자가 QoS 관리상에 나타나는 대역폭의 문제점

을 보다 용이하게 단순화시킬 수 있다. 이와 같은 방법은 네트워크 핵심으로부터 QoS 단점을 제거하고 종단 사용자에게 보다 밀접하게 접근하게 된다. 이는 기존의 광 네트워크의 성능 및 QoS 관리에 크게 영향을 미치지 않는다. 이러한 목표는 유비티쿼스 광 하부구조로 전개되어야 할 것이다.

되는 위험성에 처할 수 있다. 이러한 현상은 이동통신에 대한 예측성에 도움을 주는 실용적인 접근이 가능하다. 그림 1에서 제시하는 바와 같이 이러한 예측성은 광 대역 네트워크 구성에 있어서 중요한 역할을 담당한다. 또한 정보운반에 있어서 단일 및 다중 전송을 위한 경로설정 통신규약과 이 기종 네트워크 계층기능을 수용하기



(그림 2) 경로설정 노드 수에 따른 오버헤드

시간을 초월하여 대형 무선 네트워크 설립의 어려움과 일반 유선 시스템의 실패경험으로 인하여 네트워크 전문가들은 다른 무선 이동통신 시스템의 핵심 부분을 실현화 하는 데에 관심을 기울이게 되었으며 통신 프로그램은 계속 향상되고 주위 네트워크 중추기능은 최고치에 달하고 시스템은 인터넷과 같은 경로설정을 수반하는 공간과 결합된 상용통신규약에 있어서 복잡성을 띠게

위해서는 보다 효과적인 QoS관리에 대한 기술이 필요하다[12].

이동 매체 접근기술과 경로설정 기술은 지속적으로 크게 주목을 받고 있으며 이것은 오늘날 무선네트워크에 있어서 다른 어떤 기술보다 더 관심을 끌고 있다. 하위 계층에 대한 예측성은 네트워크 상에서 논리적 경로설정 및 유지계획에 영향을 미치며, 신뢰성확보가 가능함을 의미한다.

의미상으로서의 신뢰성은 모든 경로가 안정화되고 올바르게 될 때 확률적으로 측정되어 질 수 있음을 의미한다. 그림1에 의하면 예측성을 감축 시킴으로 인하여 미치는 기대치를 나타내고 있다.

네트워크에 있어서 높은 신뢰성 확보를 위해서는 링크 상태 및 각 경로에 대한 노드 지점에 대한 정보가 확보되어야 하며 경로 설정을 위한 통신규약은 이러한 것이 달성되도록 설계되어야 한다. 무선네트워크에 있어서 모든 노드는 링크 상태에 대한 데이터 베이스를 가지고 있으며, 주기적으로 지역 링크 상태 정보를 통보한다. 각 노드에 보유된 링크 상태에 대한 데이터 베이스의 일관성은 네트워크의 신뢰성에 영향을 미친다.

다행히도, 링크의 상태경로에 의하여 생성된 경로 제어를 위해 발생한 정보의 양은 경로설정 범위에 있는 노드 수가 증가함에 따라 급격히 늘어난다. 그림 2는 경로 설정 범위에 있어서의 노드 수와 경로설정 제어 정보량과의 관계를 나타내고 있다. 100개 이상의 노드를 가진 네트워크에서는 50Mb이상의 경로설정 정보가 발생된다. 예측성이 매우 낮은 네트워크에서는, 재생주기를 짧게 함으로서 높은 신뢰성을 가진 경로를 유지할 수 있다. 이러한 재생 주기가 초 단위로 이루어진다면 오버헤드 자체만으로도 초당 수십 메가비트가 발생한다.

특수 이동 환경에서 네트워크 경로 설정을 위한 통신규약은 신뢰성이 바탕이 되어야 경로설정을 위한 통신규약의 오버헤드를 줄일 수 있다. 일반적으로 신뢰성이 저하되면 이동 통신 환경에 사용이 부적합하다고 할 수 있다. 통신규약의 오버헤드를 줄이는데 초점을 맞추는 것보다는 차라리 이동 네트워크 환경에서는 사후 관리가 중요하며 신뢰성은 타협이 아니라 반드시 확보되어야만 하는 것이다. 이동 네트워크에 대한 경로설정의 범위는 상호 신뢰를 바탕으로 연결하는 것이다.

여기 네트워크는 이 기종 네트워크를 통한 점-대-점 경로를 제공하기 위한 것이 목적이며 IP라우팅 프로토콜은 이 기종 네트워크인 경우, 경로 결정을 보다 최적화하기 위하여 예측능력 정보를 공유할 수 있다. 약간의 감도가 떨어지는 데이터의 흐름인 경우에는, 보다 지연이 많이 발생하였음에도 불구하고 점-대-점 경로를 연결하는 것이 바람직하다. 다시 말해서 약간의 지연은 점-대-점 지연보다 예측능력이 적게 강조되는 경로에 의해 서비스 될 수 있다. 그림 1에서 보여주는 예제와 같이 시스템 구조 및 설계에 있어서 중요한 의미를 가지고 있으며 설계의 기본 작업은 차세대 특수 시스템 및 네트워크관리의 지침으로 매우 유용할 것이다.

## IV. 교차 계층에 기반 한 시스템 설계 접근

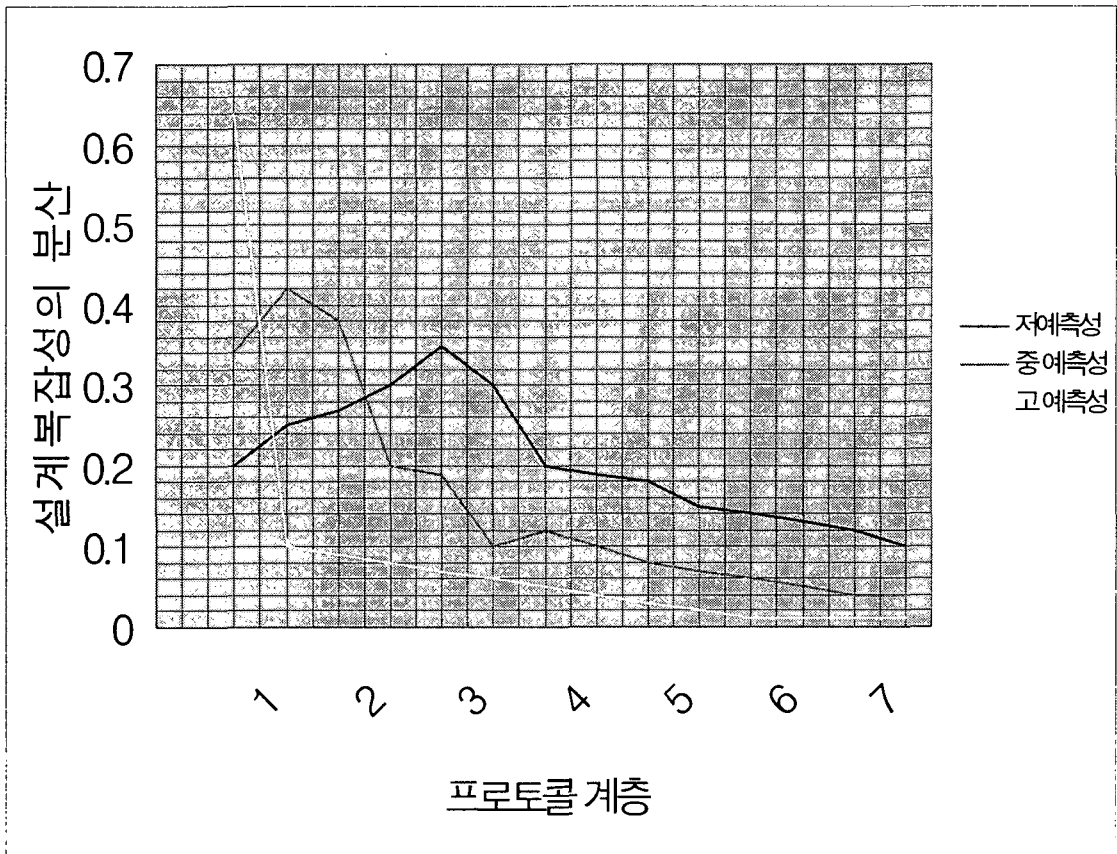
상용화된 인터넷 기술에 있어서 하나의 규격화된 모든 계층화 설계 방법은 시스템 설계 시 유연하고 확장성이 용이하다. 이러한 유연성은 비용적인 측면에서 효율성이 높다. 역으로 설명하면 비효율성은 용량과 시간적인 측면에서 자원의 낭비를 초래하게 된다. 지구상의 광 네트워크와 같은 높은 신뢰성과 폭넓은 대역폭을 가진 구조는 용량 면에서 제한된 자원이 아니며 경로의 상태가 안전하다. 따라서 그림 1에서 보는 바와 같이 광 네트워크에서는 QoS와 QoS관리에 미치는 영향은 거의 무시할 수 있다.

교차 계층 설계에서는 각 계층별 최적화 와 프로토콜 스택 내에서 다중 계층을 통하여 정보를 분산할 수 있다. 극단적인 경우에 네트워크 상태 정보는 모든 7계층을 통하여 결합이 공유

되어 최적화가 이루어진다. 그러나 최적화는 매우 복잡하기 때문에 전략적인 접근이 요구된다. 더욱이 계층 간의 접속이 잘 이루어지지 않으면, 7계층의 교차계층 설계는 매우 거리가 먼 특수 목적의 스토브 파이프와 같이 보일 수 있다. 교차계층 설계는 두 계층 간의 최적화 결합이 가능토록 하는 설계방법이 바람직하며 밀도 있는 결합이 되도록 하는 것이 본 연구의 일차적인 목표이다.

그림 3에서 보여 주는 바와 같이 주어진 QoS에 대한 예측으로, 최상의 QoS해법을 달성하기 위해서 계층 간에 분산이 최적으로 이루어진다는 가설의 개념적인 예제를 그리고 있다.

QoS를 달성하기 위해서는 필요한 예산 확충이 우선 중요하다. 그림 3에 나타난 커브의 특성은 네트워크에서 고려하여야 할 계층별 예측성의 수준에 따라 QoS서비스 분포도를 나타낸다. 분명한 것은 이러한 분포는 크기는 추측에 의한 것이지만 계층별 가치를 정확히 배정할 수 있다. 특히 무선 이동 네트워크와 같은 것은 예측성이 매우 낮은 수준을 가지고 있으며 무선 네트워크를 고려할 때 적용되는 것이다. 그 이유는 설계와 관리 경험이 크게 작용하지 않기 때문이다. 그러나, 그림 3에서 제안된 관계성은 이 기종 네트워크에서 보다 이해할 수 있는 시스템에 대한



(그림 3) 설계 복잡성의 분산에 따른 네트워크 예측성 영향



효과적인 도구로서 사용할 수 있다. 기본적으로 계층 간 교차계층 설계정책은 다음과 같이 표현되어질 수 있다.

전체 QoS관리에 기여하는 기능과 기술 투자는 대부분 물리적 자원 자체에 보다 밀접하게 적용할 수 있지만 불확실성이 크게 존재하는 계층인 경우에는 조정이 요구된다.

교차계층에 있어서 각 예측성 모드는 교차계층간의 일관성 길이인  $L_c$ 에 의해 결정되며 이  $L_c$ 는 인접서브세그먼트의 상호 상관성이나 결합도에 따라서 달라질 수 있다. 그러므로 물리적 계층은 항상 교차계층내에 포함되며 따라서,  $L_c \geq 1$ 을 유지한다. 그림 3에서 예측성이 높은 경우 복잡성이 계층 1에 집중되어 있음을 나타내고 있다. 무선 이동 네트워크에서 고정 하부 구조의 부족과 동시에 무선 채널의 시 변수 특성으로 인하여 네트워크의 낮은 예측성을 나타낼 수 있다. 복잡성이 계층 1에 집중되는 것은 무선 네트워크의 특성을 한정짓게 되며 고정 하부 구조의 부족으로 의해서 발생하는 낮은 예측성은 계층 2에서 내부 노드 접속에 있어서 잦은 변화를 발생시킨다.

따라서 다음 상위 계층인 계층 3에서 네트워크의 안전한 경로를 유지하고 설정하기란 매우 어렵다. 이동 무선네트워크 내에서 교차계층은 계층 간의 길이의 일관성을 제공하며 스택을 이용하여 가장 하위 계층을 통하여 최적화 결함을 시도한다.

여기서 논의된 네트워크 예측성 모드는 실제적으로 부닥치는 동종의 네트워크 클래스의 대표적인 것이다. 그림 3에서 보여준 예측성에 대한 모형을 독립적으로 시험함으로써 위의 정책에 대한 장점을 조사하는데 초점을 맞추었다.

#### 4.1. 높은 예측성을 지닌 고정 유선 하부구조( $L_c = 1$ )

그림 3은 투자 나 관리의 복잡성에 대한 투자 수준과 유선 망에서는 대부분 복잡한 성격을 지닌 물리적인 계층에 비용의 소비가 발생한다. 계층적 구조는 고전적 인터넷 시스템에 있어서는 매우 적절한 설계방식이다. 계층구조 1에 있어서 복잡성의 집중은 고정 유선네트워크 하부구조에서 QoS에 영향을 미치므로 이 경우 최선의 방법은 용량을 증가시키는데 투자를 시도하는 것이 바람직하다.

#### 4.2. 중간 예측성을 지닌 - 고정 무선 네트워크( $L_c=2$ )

통신 네트워크의 예측성은 무선 링크의 출현에 따라 감소하고 있으며 하부구조의 확장에 크게 종속되어있다. 높은 예측성을 지닌 하부구조와 마찬가지로 중간 정도의 예측성을 지닌 무선 네트워크 대해서도 용량 확장에 투자하는 것이 바람직 하다. 그러나 여기 교차계층정책이 제시하는 바와 같이 복잡성의 배분은 무선 자원의 시 변화의 특성에 따라 조절될 수 있다. 중간 정도의 예측성을 지닌 무선 네트워크에서의 교차계층은 계층 1과 2에 있어서 매체 접근의 최적화는 우선순위를 설정하는 것이며 동적 자원 할당방식을 적용하는 것이 설계에 있어서 매우 중요하다.

#### 4.3. 낮은 예측성을 지닌 - 무선 이동 네트워크( $L_c=3$ )

무선 이동 네트워크는 이동성에 따라 접속의 연결과 끊어지는 현상이 빈번히 발생함으로 변화

의 정도가 아주 큰 것으로 나타난다. 이러한 접속현상은 프로토콜 스택이 계층 2에서 주로 처리되기 때문에 계층을 통한 분배와 복잡성에 더 가중치를 두게 된다. 임시 네트워크에 대한 교차계층 연구는 매체 접근과 이동 경로 프로토콜에 초점을 맞추어야 하며 계층 1에서 3사이의 결합은 어떤 다른 계층들 보다도 길어야 한다. 무선 이동네트워크의 운영을 지원하기 위해서는 매체 접근과 경로 설정 기술에 대하여 보다 큰 가중치를 두고 투자가 집중되어야 하며, 보다 중요한 것은 프로토콜 스택에서 하위 3계층의 결합을 최적화하는 교차계층설계가 개발되어야 한다.

마지막으로 네트워크 예측성에 있어서 관리 기능은 네트워크 노드의 분산 정도에 따라 그 영향이 다르게 나타난다. 일반적으로 보다 낮은 예측성을 지닌 네트워크에 대한 경영관리 해법은 집중화된 경영관리 방식과 인간의 중재 능력에 따라서 크게 달라진다. 다시 말해서 낮은 예측성을 지닌 무선이동 네트워크는 하부구조의 결합과 형상변화율에 의하여 집중화된 접근을 처리하기에는 다소 무리가 있다. 그러므로 낮은 예측성을 지닌 네트워크는 보다 자동성과 분산 해법이 요구되어진다.

## V. 결론

본 논문에서는 무선 네트워크가 주요역할을 할 것이라는 기대 속에서 차세대 이 기종 무선 이동 네트워크를 설계하고 관리하는 문제를 집중적으로 다루었다. 인터넷 개발의 주요 역할을 하는 구조 및 설계 정책이 시 변화 발생률이 높은 무선 네트워크 관리에는 충분하지 않다고 믿는다. 네트워크 예측성의 개념은 무선 도메인과 인

터넷을 구성하고 있는 무선 네트워크간의 기본적인 차이를 도출하는 것을 의미한다. 예측성은 고정 유선 하부구조를 구성하는 네트워크상에서 QoS를 관리하는데 있어서 미치는 영향이 크다. 주어진 네트워크의 예측성은 설계의 복잡성이 네트워크의 QoS를 제한한다. 사용자가 접속된 무선 이동 네트워크의 시 변화에 따라 물리적 자원을 효과적으로 충분히 이용하는 해법을 제공하기 위해서는 교차계층설계 기술이 요구된다. 인터넷 응용에 있어서 몇 가지 성공적인 요인은 매우 희망적인 반면, 시스템의 최적화와 네트워크의 예측성에 있어서 점-대-점 무선 이동 네트워크 설계를 신뢰하는 데에는 아직 논쟁이 존재하고 있으며, 설계의 복잡성에 대한 예산의 최적 배분은 네트워크의 예측성에 크게 영향을 미친다.

향후 네트워크 예측성에 대한 조사는 계속되어야 하며 교차계층설계에 대한 아이디어를 확장하고 나아가 차세대 네트워크설계에 있어서 시스템설계가 미치는 영향에 관해서 지속적으로 연구가 되어야 한다. 교차계층에 대한 확실한 분석적 접근은 낮은 수준의 예측성을 가진 환경을 구성하고 있는 이 기종 무선 이동 네트워크에 대한 시스템 설계에 있어서는 보다 향상된 설계기술을 적용하여야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] J. Saltzer, D. Reed, and D. Clark, End-to-End arguments in system design, *ACM Trans. Comp. Sys.*, Vol.2 No.4, Nov. 1984, pp.277-88.
- [2] M. Blumenthal and D. Clark, Rethinking the design on the internet: The End-to-End

- arguments vs. the brave new world, *ACM Trans. Internet Tech*, Vol.1 No. 1, Aug. 2001, pp.70-109.
- [3] A. Vogel et al., Distributed multimedia and QoS: A survey, *IEEE Commun. Mag.*, Oct. 2004, pp.74-80.
- [4] S. Shakkottai and T. Rappaport, Cross-layer design for wireless networks, *IEEE Commun. Mag.*, Oct. 2004, pp.74-80.
- [5] M. Ibnkahla et al., High-speed satellite mobile communications: Technologies and challenges, *Proc. IEEE*, Vol.92 No.2, Feb. 2004, pp.312-339.
- [6] A. Safwat, H. Hassanein, & H. Mouftah, Optimal cross-layer designs for energy-efficient wireless ad-hoc and sensor networks, *IEEE Int'l. Perf., Comp. and Commun. Conf.* 2003, Apr. 2003, pp.123-128.
- [7] M. Contiet al., Cross-layering in mobile ad-hoc network design, *Comp. Mag.*, Vol.37 No.2, Feb. 2004, pp.48-51.
- [8] A. Westerinen & W. Bumpus, The continuing evolution of distributed systems management, *IEICE Trans, Info. and Sys.*, vol.E86E No.11, Nov. 2003, pp.2256-2261.
- [9] D. Lofquist, *JTRS networking services and the wide-band networking waveform*, GOMAC Tech 2004 Conf. Proc., Mar. 15-18. 2004.

## Study on Effective Management of Heterogeneous Networks

Sok-Pal, Cho\*

### Abstract

The principles on which the Internet was designed and has evolved were first laid out in an explicit way 20 years ago. The basic principle is that in layered communications network such as the Internet, functions should always be implemented at the end systems whenever the option exists. This applies to all functions that can be implemented either in the network or at the end systems. End-to-end arguments have recently been reexamined as the Internet and its uses have evolved, and a new set of requirements has begun to emerge. In addition to these, it add a new, and perhaps more important, requirement to this list in the case of heterogeneous networks: the proliferation of unpredictable wireless networks. Wireless networks must cope with dynamic link conditions not present in wired infrastructures, which place a heavy burden on quality of service management solutions. Managing QoS in the face of constantly changing operating conditions demands dynamic management approaches that span multiple layers in the protocol stack. Such as cross-layer design approaches have recently received attention in the context of cellular and mobile special networks. This article introduce the notion of network predictability and describe its relationship to achievable QoS. This relationship is used to propose a framework for cross layer design that can be used to guide development efforts and direct investment decisions for future networks.

Key Words: internet, heterogeneous networks, communications networks

---

\* Professor, Dept. of Computer Communication Eng., Sungkyul University