

BcN 제어망의 설계 프로세스 및 설계틀을 활용한 설계 예제

Design Process of BcN Control Network and a Case Study Using a Network Design System

최정열*, 이재봉, 우신정, 심병권
(JungYul Choi, Jaebong Lee, ShinJung Woo, and ByoungKwon Shim)

Abstract : Broadband Convergence Network (BcN) can provide a range of quality guaranteed broadband multimedia services through packet-based converged transport network. For providing new emerging application services in due season over BcN, it is important for network designers or planners to develop a new design methodology for BcN, which differs from legacy design processes applied to a single service network. This paper thus introduces a new design concept and detailed design processes for KT-BcN. We also present a design example of BcN control network using a design system that we have developed.

Keywords: Broadband Convergence Network (BcN), Control Network, Network Design, Reliability

I. 서론

기존의 통화 서비스는 물론 새로운 신규 서비스를 패킷 기반의 통합 네트워크에서 제공하기 위한 차세대 네트워크 (Next Generation Network, NGN)가 ITU-T 등과 같은 국제 표준화 단체에서 활발히 연구되고 있다 [1,2]. 광대역통합망 (Broadband Convergence Network, BcN) [3,4]은 한국형 NGN으로 IMS (IP Multimedia Subsystem) 기반의 유무선 통합, PSTN (Public Switched Telephone Network)의 BcN으로의 전환 [5,6], IP 네트워크의 진화 전략에 따른 방송/통신 융합 등을 위해서 현재 정부, 학계, 연구소, 그리고 네트워크 사업자 등에서 활발히 연구되고 구축되고 있다.

적기에 다양한 신규 서비스를 제공하기 위해서는 보다 유연하고 단순한 BcN 제어망이 필수적이다. BcN 제어망은 서비스 제공을 위한 제반 제어 기능, 예를 들어, 호/세션 제어, QoS 제공, 네트워크 자원 관리, 그리고 접속 인증 등의 기능을 수행한다. BcN/NGN은 새로운 네트워크 구조 개념으로서 연구가 활발히 진행되고 있지만, 그 핵심인 제어망에 대한 연구가 본격적으로 이루어지고 있는지는 않다 [7,8]. 따라서 BcN 제어망 및 설계 방법론에 대한 연구가 요구된다.

네트워크 설계 및 계획은 네트워크 사업자에게 있어서 다양한 활동과 연관된 복합적인 업무이다 [9-12]. 네트워크 설계자는 폭넓은 관점에서 설계의 수준을 고려하여 네트워크 구축 전략을 수립하여야 한다. 네트워크 설계 프로세스는 시장 및 수요 예측, 트래픽 관련 프로세스, 경제성 분석, 네트워크 최적화, 자원 및 인적 자원 관리 등을 포함한다 [9]. 기존의 네트워크 설계 방법론은 단일 서비스 망을 구축하기 위해서 활용되어 왔다. 하지만, BcN은 패킷 기반의 전달망에서 기존의 통화형 서비스는 물론 다양한 신규 서비스를 제공해야하므로 새로운 설계 방법론이 필요하다.

이를 위해서 본 논문은 먼저 2장에서 BcN의 설계 개념 및 설계 범위에 대해서 소개한다. 보다 상세한 BcN 제어망의 설계 프로세스가 3장에서 기술된다. 그리고 4장에서는 저자들이 개발한 BcN 제어망 설계 시스템을 소개하고 이를 활용

한 설계 예제를 제시한다. 5장에서는 본 논문의 의의에 대해서 간략히 정리를 하면서 논문을 마무리 한다.

II. BcN의 설계 개념 및 설계 범위

BcN은 다양한 품질 보장형 광대역 멀티미디어 서비스를 패킷 기반의 유무선 통합망에서 제공한다. 방송 서비스, 전화 음성 서비스, 이동 통신 서비스, 그리고 인터넷 접속 서비스 등과 같은 기존의 서비스들은 각기 독자적인 네트워크 인프라를 가지고 있으며, 각각의 서비스를 제공하기 위해서 고유한 설계 방법이 존재한다. BcN 환경에서는 새로운 신규 서비스를 제공하더라도 전송망의 변화없이 제어망을 통해서 그 서비스를 제공할 수 있어야하므로 기존과는 다른 설계 방법이 요구된다.

BcN 설계의 기본 규칙은 복잡한 큰 문제를 다수의 작은 해결 가능한 문제로 나누어 적용하는 것이다. 즉, BcN의 설계를 서비스 트래픽 설계, 제어망 설계, IP 전달망 설계, PSTN 전환 설계 등으로 각각 나누어 진행한다. 예를 들어 제어망 설계는 제어 시스템의 물량 설계, 제어 링크의 구성 및 용량 설계, 네트워크 성능 평가 등을 포함한다. PSTN의 BcN 전환은 교환기의 용량 설계, 링크 용량 설계, 그리고 BcN 시스템 등의 배치 등을 포함한다.

이러한 다양한 BcN 설계 영역 중에서 본 논문은 BcN 제어망의 설계 방안 및 관련 설계 시스템을 소개한다. 그림 1은 응용 서비스 플랫폼, 제어 플랫폼 (즉, 제어망, 전달망, OAM 모듈, 네트워크간 상호연동 모듈 등으로 구성된 KT-BcN 구조를 보인다. 제어 플랫폼은 공통 서비스 플랫폼과 네트워크 제어 플랫폼으로 구성된다. 전자는 ITU-T Y.2012 [13]의 서비스 제어 기능과 연관되는데, 주로 E.164 또는 SIP (Session Initiation Protocol)-URI (Uniform Resource Identifier)에 기반한 호/세션 제어, 서비스 수준 프로파일 관리, 통화형 서비스를 위한 멀티미디어 자원 관리 등을 수행한다. 네트워크 제어 플랫폼은 단대단 QoS를 보장하기 위한 전달망 제어, IP 네트워크로의 접속 인증, 토폴로지 기반의 가입자 위치 정보 관리 등을 수행한다. 이 플랫폼은 ITU-T Y.2012 [13]의 전송 제어 기능의 NACF (Network Access Control Function)에 상응하는 네트워크 접속 제어와 RACF (Resource Admission Control Function)에 상응하는 QoS 제어를 수행한다.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 7.20., 채택확정 : 2007. 7.31.
최정열, 이재봉, 우신정, 심병권 : KT BcN 본부
(passjay@kt.co.kr)

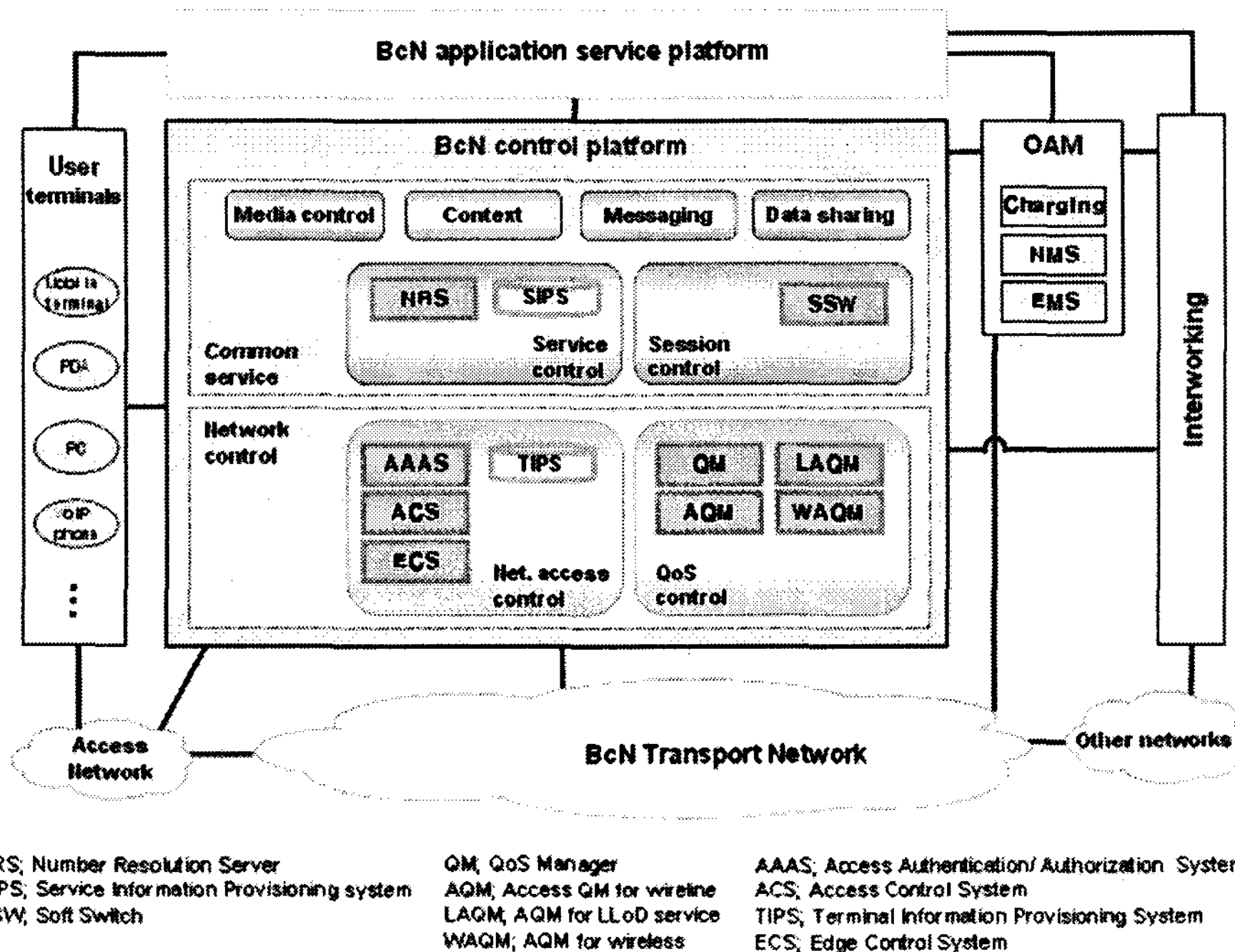


그림 1. BcN 네트워크 구조 개요도.
Fig. 1. Big picture of BcN architecture.

III. BcN 제어망의 설계 프로세스

본 장에서는 BcN 제어망의 설계 프로세스를 소개한다. 기존의 네트워크 설계와의 차이는 BcN 제어망의 설계는 전달망에서 다양한 서비스를 제공하기 위해 각기 다른 기능을 수행하는 다수의 제어 시스템으로 구성된 네트워크를 구성하는 것이다. 따라서 제어 시스템 간의 관계를 고려하여 설계가 진행되어야 한다. 제어망 설계의 목적은 다음과 같다.

- 기존의 서비스 및 신규 서비스를 제공하기 위한 공통 제어 플랫폼 및 제어 시스템의 구성
- 서비스 수요 예측 및 서비스 수용 구역을 고려한 제어 시스템과 제어 링크의 용량 및 물량 산출
- 허용 구축 비용 아래에서의 네트워크의 목표 성능 및 신뢰성의 보장

1. BcN 제어망의 설계 프로세스 개요

그림 2는 BcN 제어망의 전체 설계 프로세스를 보여준다. BcN 구축 전략 및 서비스 제공 시나리오에 따라 서비스별, 지역별, 연도별 가입자 수요를 먼저 예측한다. 가입자 수요 예측은 제어 시스템 및 제어 링크 용량을 산출하는데 사용된다. 그리고 단위 용량, 단가, 지원하는 서비스, 그리고 가용도 등과 같은 제어 시스템의 규격 정보를 결정한다. 이와 같은 정보를 바탕으로 제어 시스템의 물량 및 구축 비용을 산출하게 된다. 제어 링크 설계를 위해서는 서비스를 제공하기 위해서 요구되는 제어 시나리오를 고려하여 두 시스템 간의 제어 트래픽을 모델링한다. 각기 다른 두 시스템 간에는 다양한 프로토콜이 사용될 수 있으므로 이를 고려해야 한다.

제어망 설계에 있어서 또한 네트워크의 성능도 고려해야 한다. 네트워크 성능 요구사항으로부터 정확도, 에러율, 그리고 가용도 등과 같은 성능 지수와 목표치를 결정해야 한다. 이러한 목표 성능을 달성하기 위한 설계 프로세스가 요구되

는데, 예를 들어 네트워크의 신뢰성을 향상시키기 위해서 시스템의 이중화가 요구된다.

설계 프로세스가 종료되면 설계 결과가 목표를 달성했는지를 점검해야 한다. 만약에 설계 목표를 달성하지 못했다면 서비스 수용 구역, 배치 정보, 목표 성능 등을 조정하는 과정이 필요하다. 세부적인 BcN 제어망의 설계 프로세스가 아래 절에서 소개된다.

2. 제어 시스템의 용량 및 비용 산출

본 절에서는 제어 시스템의 용량 및 비용 산출 프로세스를 소개한다. 각 제어 시스템의 처리 용량 (PC)은 서비스당 가입자 수와 서비스당 BHCA (Busy Hour Call Attempt)의 곱으로 얻을 수 있다.

$$PC = \sum_{i=1}^{SV} SB_i \cdot BHCA_i \tag{1}$$

여기서 SV는 제어 시스템을 통해서 제공되는 서비스의 수를, SB_i는 서비스 i의 가입자 수를 의미한다. 시스템에 따라서 BHCA 대신에 트랜잭션 수를 사용할 수도 있다.

시스템 용량의 분할손으로 인하여 제어 시스템의 물량은 서비스 수용 구역에 따라 달라질 수 있다. 수용 구역에 따른 시스템의 물량은 수식 (2)로부터 얻을 수 있다.

$$Q = \sum_{r=1}^R [PC_r / PC_U] \tag{2}$$

여기서 R은 서비스 수용 구역의 수를, PC_r은 수용 구역 r에서 제어 시스템의 처리 요구 용량을, PC_U는 시스템의 단위 용량을 의미한다. [x]는 x보다 작지 않은 최소 정수를 의미한다. 비록 산출된 요구 용량이 시스템의 단위 용량보다 작더라도 그 수용 구역에는 최소 한 대의 제어 시스템이 필요하다. 즉, 서비스 수용 구역이 작아질수록 시스템은 더 많이 필요하게

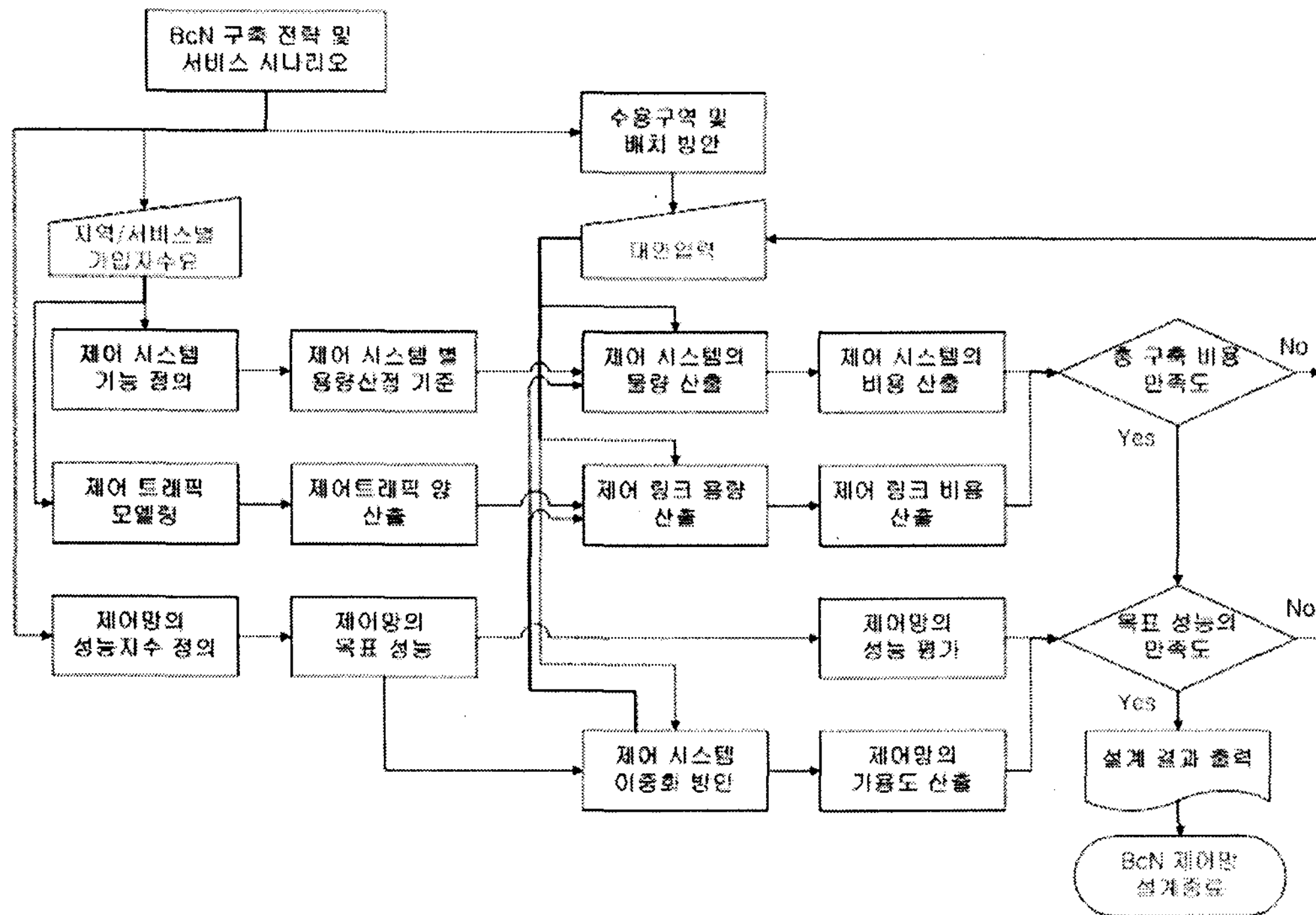


그림 2. BcN 제어망의 설계 프로세스 개요도

Fig. 2. Overall design process of BcN control network.

되므로 적절한 수용 구역을 결정하는 것은 중요하다.

제어 시스템의 물량이 산출되면 운영 및 관리, 운영 비용, 그리고 네트워크 생존도 등을 고려하여 시스템을 배치한다. 운영 관리의 측면에서 보면 단일 집중 배치가 유리하나, 네트워크의 생존도 측면에서 보면 전국 분산 배치가 유리하다. 따라서 최적 네트워크 설계를 위해서 이들간에 적절한 조화가 필요하다.

마지막으로 산출된 물량을 바탕으로 시스템의 구축 비용을 산출한다.

3. 제어 링크의 용량 및 비용 산출

본 절은 BcN 제어망에서의 제어 링크의 용량 및 비용 산출 프로세스를 설명한다. 제어 링크는 제어 트래픽이 전달되는 두 시스템 간의 논리적인 연결을 말한다. 따라서 제어 링크 용량은 두 시스템 간의 총 트래픽 양이다. 제어 링크는 이웃하는 두 시스템의 종류에 따라 다양한 제어 트래픽을 포함하므로 두 시스템 간의 링크 용량 (LC_T)은 서비스당 가입자 수, 시간당 서비스 요구 횟수 ($BHCA$), 서비스 제공을 위한 트랜잭션 수 (TR), 그리고 사용된 제어 메시지의 길이 (ML)의 곱으로 산출된다.

$$LC_T = \sum_{i=1}^{SV} \frac{SB_i \cdot BHCA_i \cdot TR_i \cdot ML_i}{3600} \quad (3)$$

산출된 링크 용량은 두 시스템 그룹 간의 총 트래픽 양이지 개별 시스템간의 링크 용량은 아니다. 제어 시스템의 용량이 한정되므로 서비스를 제공하기 위해서는 하나 이상의 제어 시스템이 필요할 수 있다. 그러므로 두 개별 시스템 간의 링크 용량은 두 시스템의 물량을 기반으로 링크를 구성한 뒤 총 링크 용량으로부터 개별 링크의 용량을 산출한다. 예를 들어, 소프트스위치는 다른 소프트스위치와 완전 연결

(full mesh)되어야 하므로 총 링크 수는 $W(W-1)/2$ 가 되고, 개별 링크 용량은 $2LC_T/(W^2-W)$ 가 된다.

제어망의 총 링크 용량과 링크의 단가를 고려하여 제어 링크의 구축 비용을 마지막으로 산출한다.

4. 신뢰성 향상을 고려한 제어망 설계

네트워크의 신뢰도를 유지하고 향상시키는 것은 네트워크 설계에 있어서 아주 중요하다. 화재, 지진, 인적 실수 등의 불의의 사고로부터 네트워크를 보호하기 위해서는 시스템과 링크를 이중화할 필요가 있다. 이러한 이중화 방안은 제어 시스템의 물량 및 제어 링크의 구성에 영향을 미칠 뿐 더러 구축 비용의 상승을 유도한다. 예를 들어 최고 수준의 신뢰도를 보장하는 1:1 보호 기법을 적용하면 운영 시스템의 수 (W) 와 동일한 백업 시스템이 필요하다. N:1 보호 기법의 경우 백업 시스템은 $\lceil W/N \rceil$ 만큼 필요하다. 제어 링크의 구성은 보다 복잡한 계산과정이 요구된다. 따라서 네트워크 설계에 있어서 신뢰도와 더불어 경제성을 고려해야만 한다.

IV. BcN 제어망의 설계 시스템

앞서 설명한 BcN 제어망의 설계 프로세스를 기반으로, KT-BcN 제어망을 위한 네트워크 설계 시스템을 개발하였다. 설계 시스템은 Microsoft Windows Server 2003 운영체제를 기반으로 Microsoft Visual Studio 2005 Professional edition과 Microsoft SQL Server Enterprise edition을 이용하여 9개월간 KT Networks와 공동 개발하였다. 본 장에서는 개발한 설계 시스템에 대해서 간략히 소개하도록 한다. 설계 시스템은 다음의 3가지 부분으로 구성된다: 서비스 및 제어 시스템 정의부, 설계 실행부, 그리고 결과 출력부 등이다.

서비스 및 제어 시스템 정의부에서는 제공되는 서비스를

정의하고, 그 서비스들의 수요 예측값을 입력한다. 단가, 단위 용량, 지원하는 서비스들 등과 같은 정보를 포함하는 제어 시스템의 정보도 입력된다. 또한 제어 링크의 정보도 규정된다. 설계 실행부에서는 제공하는 서비스, 서비스 수용 구역, 제어 시스템의 배치 정보, 시스템 이중화 방안 등의 설계 입력 파라미터를 가지고 설계 시스템을 실행한다. 결과 출력으로부터는 서비스 신뢰도, 제어 시스템의 투자 비용, 및 시스템 배치 정보 등을 얻을 수 있다. 본 시스템은 신규 서비스 정보 및 관련 제어 시스템의 정보를 입력함으로써 새로운 서비스를 제공하는 제어망을 손쉽게 구축해볼 수 있다.

만약 입력된 설계 파라미터를 이용한 설계 결과가 원하는 성능에 도달하지 못하게 되면 목표 설계 결과를 얻을 때까지 다양한 대안을 입력하여 다시 설계를 시도하게 된다.

1. 설계 예제

본 절은 다음의 4가지 응용 서비스를 제공하는 KT-BcN 제어망의 설계 결과를 다양한 설계 시나리오를 통해서 제시한다. U-Comm (개인화된 멀티미디어 통화형 서비스), IPTV (VoD), Wibro (Mobile WiMax)를 통한 VoIP, LLoD (동적 가상 대역폭 임대 서비스). 제어 시스템의 배치는 그들의 서비스 수용 구역과 동일하다고 가정한다. 제어망의 각 설계 대안은 네트워크 구축 비용 및 신뢰도에 따라서 평가된다. 설계 결과는 BcN 제어망 설계 시스템으로부터 얻었다.

그림 3은 다음과 같은 서비스 수용 구역에 따른 BcN 제어망의 총 구축 비용을 보여준다: case 1) 전국단일수용, case 2) 전국이원수용, case 3) 전국사원수용, case 4) 지역본부별수용. 그림은 또한 시스템 이중화에 따른 망 구축 비용도 나타낸다: 이중화 없음 (1:0), 1:1 이중화 (1:1), 공유 이중화 (3:1, 10:1). 망 구축 비용은 SSW 단가에 대한 비율을 나타내며, 제어 링크의 단가는 임대 서비스 비용을 기반으로 산정하였다. 본 결과는 서비스 수요 조사를 바탕으로 이루어졌다.

결과 그림으로부터 서비스 수용 구역이 작을수록 망 구축 비용이 증가함을 볼 수 있는데, 이는 시스템 용량의 분할손으로 인한 것이다. 또한 망의 신뢰도를 향상시키기 위한 시스템 이중화 방안이 구축 비용의 상승에 큰 영향을 미침을 볼 수 있다. 그리고 망 구축 비용만을 고려한다면 서비스의 전국단일수용을 고려하여 배치하는 것이 유리하지만, 네트워크의 신뢰도를 고려하여 적정수준의 분산 배치가 이루어질 필요가 있다. 이들 간의 적절한 결론은 망 사업자의 정책적인 부분에서 이루어질 수도 있다.

VI. 결론

본 논문은 KT-BcN 및 그 설계 개념에 대해서 소개하였다. KT-BcN 설계는 계층적 설계 개념으로 접근할 수 있으며, 그 중에서 제어망의 설계 개념 및 관련 프로세스에 대해서 소개를 하였다. BcN 제어망의 설계 개념을 바탕으로 망 구축 비용, 링크 구성, 서비스 가용도 등을 산출할 수 있는 설계 시스템을 개발하였다. 설계 시스템을 활용하여 다양한 망 구축 시나리오에 따른 제어망의 구축 비용을 설계 예로 제시하였다. 개발한 설계 시스템은 향후 BcN의 실구축에 앞서 보다 효과적이고 정확한 설계의 가이드라인을 제시하기 위해서

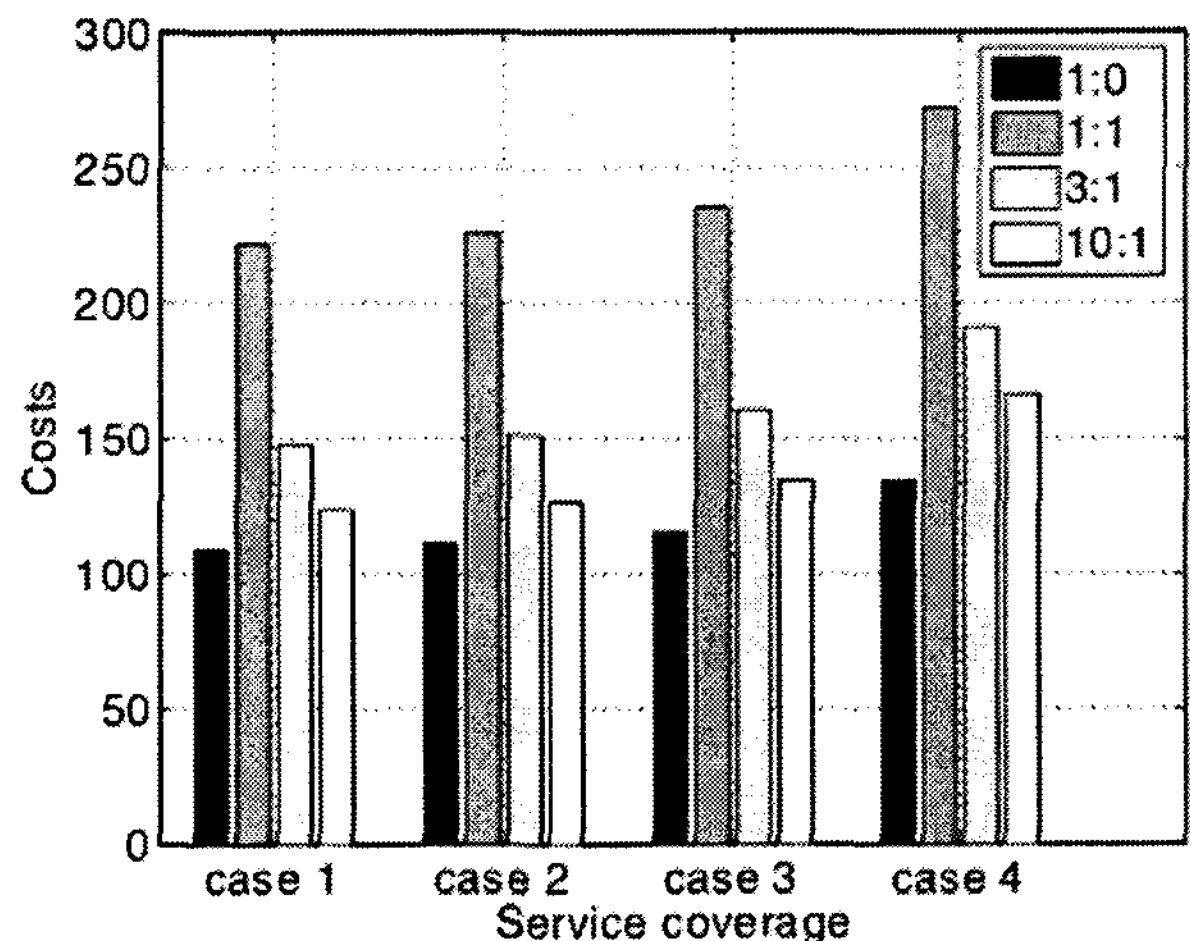


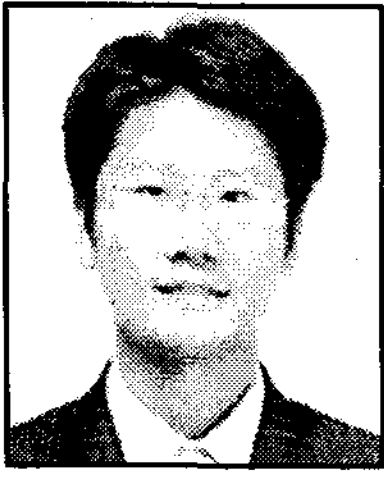
그림 3. BcN 제어망의 구축 비용.

Fig. 3. Overall building cost for BcN control network.

활용될 것으로 기대된다.

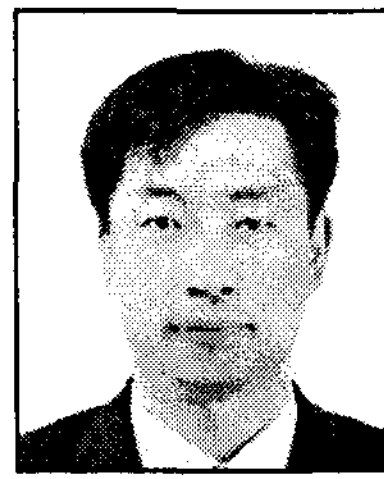
참고문헌

- [1] K. Knightson, N. Morita, and T. Towle, "NGN Architecture: Generic Principles, Functional Architecture, and Implementation", *IEEE Communications Magazine*, pp. 49-56, Oct. 2005.
- [2] C.-S. Lee and D. Knight, "Realization of the Next-Generation Network", *IEEE Communications Magazine*, pp. 34-41, Oct. 2005..
- [3] 정보통신부, "광대역통합망(BcN)구축 기본계획(안)", Feb. 2004.
- [4] 김철수, 손진혁, 박나정, "BcN 표 준모델", *한국통신학회지*, vol. 22, no. 3, pp. 22-36, Mar. 2005.
- [5] M. Saeidi, M. Pirhadi, and F. Ayazi, "Intelligent Network Services in Migration from PSTN toward NGN", *Proc. of ICACT'06*, Feb. 2006, pp. 265-269.
- [6] ITU-T, Recommendation Y.2031, PSTN/ ISDN emulation architecture, 2006.
- [7] A. R. Modarressi and S. Mohan, "Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities", *IEEE Communications Magazine*, pp. 94-102, Oct. 2000.
- [8] J. Schroder, M. Gotzer and R. Muller, "Resource management in next generation networks", *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, vol. 60, no. 2, pp. 116-124, Feb. 2006.
- [9] T. Jensen, "Network Planning - Introductory Issues", *Teletronik*, 3/4, pp. 9-46, 2003.
- [10] H. M. Sigurdsson, S. E. Thorsteinsson, and T. K. Stidsen, "Cost Optimization Methods in the Design of Next Generation Networks", *IEEE Communications Magazine*, pp. 118-122, Sep. 2004.
- [11] R. L. Sharma, *Network Topology Optimization: The Art and Science of Network Design*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- [12] S. Shenker, "Fundamental Design Issues for the Future Internet", *IEEE Journal of Selected Areas in Communications*, vol. 13, no. 7, pp. 1176-1188, Sep. 1995.
- [13] ITU-T Recommendation Y.2012 (2006), Functional Architecture and Framework..



최정열

2000년 인하대학교 전자공학과 학사
2002년 한국정보통신대학교 공학석사
2006년 한국정보통신대학교 공학박사
2006년~현재 KT BcN 본부, 선임연구원
관심분야는 BcN/NGN, 네트워크 설계.



이재봉

1995년 아주대학교 산업공학과 학사
1997년 아주대학교 산업공학과 석사
1997~2002년 대우정보시스템 및 벤처
기업 근무
2002년~현재 KT BcN 본부, 선임연구원
관심분야는 BcN/NGN, IP 네트워크 설

계, QoS.



우신정

1991년 경북대학교 전자공학과 학사
1993년 경북대학교 전자공학과 석사
1993~현재 KT BcN 본부, 책임연구원
관심분야는 BcN/NGN, 네트워크 설계



심병권

1987년 한양대학교 전자공학과 석사
2006년~현재 KT BcN 본부, 수석연구원
관심분야는 BcN/NGN, 네트워크 설계,
통신망 성능분석