



인터넷 IP 상호접속: 백서

Michael Kende, David Abecassis

May 21, 2020 2020년 5월 21일

목차

1	요약	1
2	서론	2
3	인터넷망 상호접속	3
4	비규제적 상호접속	12
5	한국 상호접속 규제의 영향	15
6	결론	19

부록: 용어 모음

저작권보호 ©2020. 이 보고서의 내용은 Analysys Mason의 소유이며, 직접적 혹은 간접적으로 재생산, 복사, 대여, 공개하거나 본 목적 이외의 용도로 사용되는 것을 금지합니다.

이 보고서는 한국인터넷기업협회의 지원과 협회 회원사들의 기금에 의해 작성되었습니다. Analysys Mason 팀은 이 보고서를 단독으로 작성하였습니다.

Analysys Mason Limited
North West Wing, Bush House
Aldwych
London WC2B 4PJ
UK
Tel: +44 (0)20 7395 9000
london@analysysmason.com
www.analysysmason.com
Registered in England and Wales No. 517747

1 요약

인터넷은 상업, 학술, 연구 및 정부 네트워크를 포함한 글로벌 네트워크의 네트워크이다. 상호초은 이러한 네트워크를 하나로 묶는 접착제의 역할을 한다. 인터넷 상호접속은 1990 년대에 인터넷이 상용화 된 이후로 규제에 의해 형성되기보다는 상업적으로 협상되며 발전해왔다. 이러한 방식을 협상함으로써 지난 20 년 동안 발생한 모든 산업 변화에 적응할 수 있었다. 이러한 기존 관행과는 다르게 한국의 정책 결정자들은 상호접속에 대한 요금을 부과할 방안을 찾고 있다. 본 백서에서는 이러한 규제에 의해 사용자들이 한국 관련 콘텐츠를 포함한 선호 콘텐츠 및 서비스를 이용할 때 비용과 (전송) 지연이 증가할 수 있다고 본다.

인터넷 상호접속 방식은 오늘날 가장 널리 사용되는 고 대역폭(high-bandwidth) 비디오 콘텐츠 전송의 출현에 따라 발전하였다. 이는 인터넷 접속 방식이 상업적으로 협상될 수 있고, 그에 따라 신속하고 유기적으로 발전할 수 있기 때문에 가능했다. 예를 들어, 콘텐츠 전송 네트워크(CDN)은 사용자에게 더 적합한 콘텐츠를 제공하기 위해 등장했다. 첫 번째 CDN은 제3 콘텐츠 제공 업체의 콘텐츠를 관리하던 독립 회사였다. 최근에는 대형 콘텐츠 제공 업체가 자체 콘텐츠를 제공하기 위해 CDN을 개발하기 시작했다.

CDN이 독립적이거나 콘텐츠 제공자에 소속되어 있던지에 관계없이 CDN은 콘텐츠를 인터넷 제공 업체(ISPs)에 더 밀접하게 전송할 수 있도록 함으로써 ISP의 비용을 낮추고 최종 사용자의 서비스 품질을 향상시킬 수 있도록 한다. CDN의 발전은 인기있는 콘텐츠(특히 비디오)를 보유하기 위한 캐시, CDN이 ISP와 직접 피어링 할 수 있는 인터넷 접속점(PoP)을 구축하고, 콘텐츠를 인터넷 접속점(PoP) 및 캐시에 전송하기 위해 대륙과 국가 간에 해저 케이블을 구축하는 작업까지 포함된다. 이러한 (과거로부터의) 투자는 비즈니스 모델을 변화하고 최종 사용자의 콘텐츠에 대한 액세스를 향상시키기 위해 상호접속 방식을 협상하는 상업적 보상에 대한 결과물이다.

일반적으로 인터넷 상호접속은 규제의 대상이 아니다. 이러한 접근 방식과는 달리 한국은 ISP간 전송되는 트래픽 양에 따라 과금하려는 ISP 간 네트워크 요금 제도를 모색하고 있다. 아래에서 논의한 바와 같이, 이러한 변화는 로컬 콘텐츠 제공자에게 추가 비용을 발생시키고 콘텐츠를 국외에서만 사용할 수 있게 규제함으로써 한국 ISP의 트래픽 액세스 비용을 증가시킬 수 있다. 어느 쪽이든, 과금 방법에 대한 규제와 얼마나 과금을 할 것인지에 대한 모호성은 콘텐츠 제공자의 한국 투자에 영향을 미쳤다. 뿐만 아니라 인터넷 상호접속은 다른 국가의 상업적 결과보다 효율성이 떨어질 수 있으며, 한국의 최종 사용자에게 별다른 이익은 제공하지 않은 채로 (트래픽 전송) 비용과 (전송) 지연의 가능성만 늘릴 수 있다.

인터넷은 1990 년대에 상업적으로 시작된 이래 큰 변화를 겪어왔다. 인터넷은 현저한 성장률 외에도, 미국이 개발했지만 이제는 전 세계가 사용하고 있으며 콘텐츠와 관련된 트래픽의 양이 기하 급수적으로 증가하고 있고, 콘텐츠 제공자는 자체 네트워크를 구축하여 전세계의 최종 사용자에게 콘텐츠를 제공하고 있다. 이러한 변화 중에서 중요한 것은 바로 규제보다는 상업적 협상이 상호접속 방식의 변화를 고급 인터넷 생태계 속

사용자들에게 (직접적인) 이익으로 이끌었다는 것이다. 한국에서는 규제의 필요성이 불분명하고, 현재까지 규제로 인한 이점이 나타나지 않았는데 반해, 소비자가 겪을 낮은 품질의 댓가는 매우 명확하게 드러나고 있다.

2 서론

인터넷은 상업, 학술, 연구 및 정부 네트워크를 포함한 글로벌 네트워크의 네트워크이다. 상호접속은 이러한 네트워크를 하나로 묶는 접착제 역할을 한다. 가장 초기의 상호접속 방식은 견고한 것으로 입증되었으며 오늘날 가장 널리 사용되는 고대역폭 비디오 콘텐츠 제공에 적합했다. 이는 그러한 방식이 상업적으로 협상 가능 때문이며, 콘텐츠 제공 업체가 콘텐츠를 사용자에게 더 가까이 전달하기 위한 새로운 비즈니스 모델을 개발함에 따라 발전할 수 있었다. 이러한 상호접속 방식은 지난 20년 동안 발생한 모든 변화를 특징으로하는 혁신과 투자를 저해할 수도 있는 규제의 대상이 아니었기 때문에 가능했다.

1990년대 인터넷이 상용화됨에 따라, 트래픽의 교환을 통제하는 중앙집권적 백본 없이 네트워크 간 트래픽과 다양한 혜택을 자유롭게 교환가능한 실용적인 대안이 필요하게 되었다. ‘피어링 (peering; ^{주)} 피어링은 대등 접속 혹은 직접 접속으로 번역할 수 있으나 업계에서 일반적으로 피어링 그 자체로 부르는 경우가 많으므로 본문에서도 번역된 용어 대신 피어링으로 지칭함)’ 이라고 불리는 자발적인 방식의 등장은 인터넷의 개발과 확장을 가져왔다.

초기 상호접속 방식은 상업적 요소나 정부의 지시보다는 기술적 요인에 의해 이루어졌다. 그 결과 경쟁이나 규제보다는 협력에 기반한 상호접속이 이루어졌다. 인터넷의 기하 급수적인 성장과 콘텐츠 전송 네트워크(CDN)를 포함한 많은 새로운 참여자와 비즈니스 모델의 도입에도 불구하고, 인터넷을 개발하기 위해 협력한 후 다운스트림 서비스(downstream service, ^{주)} 서버에서 로컬 기기로 전송되는 데이터의 흐름)에서 경쟁하려는 이러한 태도는 그대로 남아 있다. 인터넷을 개발하는 사람들이 상상할 수 없을만큼 큰 변화 속에서도 단 한 가지 중요한 것은 인터넷 상호접속이 규제 명령보다는 자발적인 결정에 의해 운영된다는 점이다.

국제적인 모범 사례와 달리 한국은 2016년부터 ISP 간 전송되는 트래픽의 양에 따라 요금을 부과하는 네트워크 과금 방식을 모색해왔다. 한 가지 결과는 이러한 네트워크 과금 정책은 ISP가 콘텐츠 제공 업체에게 다른 ISP에게 트래픽을 전달할 때 요금을 부과할 수 있는 것은 물론, 해당 트래픽을 요청한 ISP의 최종 사용자에게도 요금을 청구할 수 있는 정당성을 제공한다는 것이다. 트래픽 교환에 대한 과금 정책이 존재하는 것도 드문 일이 아니지만, 콘텐츠 제공 업체가 최종 사용자에게 트래픽을 전달하기 위해¹ 터미네이션 비용(termination charges, ^{주)} 인터넷 사업자의 최종 소비자에게 정보를 전달하는 요금을 발신자로부터 받겠다는 의미로서 일반적으로 ‘망 사용 비용’으로 이해될 수 있다. 그러나 업계에서 아직 합의된 번역이 없으므로 여기에서는 용어 그대로 터미네이션 비용으로

¹ 인터넷을 통해 이용할 수 있는 15억 개 이상의 웹 사이트는 터미네이션 비용(망 사용 비용)이 아니라 인터넷 전체에 대한 연결 요금을 전 세계 수천 개의 ISP에 지불하고 있다.

사용한다)을 지불하는 것은 일반적인 일이 아니며, ISP 간 상호접속 방식은 대부분 규제 대상이 되기보다는 자유롭게 교섭되는 형태로 이루어져 왔다.

이 백서에서는 먼저 다양한 접속 방식의 개념을 포함하여 인터넷망 상호접속의 기본 개념(섹션3)을 소개한다. 다음으로는 비규제적 인터넷 상호접속 방식에 대해 설명하고, 과거 터미네이션 비용(망 사용 비용)을 부과하려는 시도가 있었을 때 발생했던 결과를 살펴본다(섹션 4). 마지막으로, 이 백서는 한국에서 강제적인 네트워크 사용 요금을 부과할 경우 발생가능한 잠재적 효과에 대해 결론을 내린다(섹션 5). 부록에서는 이 백서에서 쓰인 기술적 용어에 대한 설명을 제공한다.

3 인터넷망 상호접속

인터넷망 상호접속은 ISP와 콘텐츠 제공자들이 트래픽을 교환할 수 있는 ‘피어링(peering, 직접 접속; 대등 접속)’과 ‘트랜짓(transit, 중계 접속)’이라는 두 가지 형태를 띠고 있다. 피어링은 두명의 제공자들이 트래픽을 교환할 수 있도록 해주는 것이고, 트랜짓은 한명의 제공자가 다른 제공자에게 전체 인터넷망에서 트래픽을 교환할 수 있도록 비용을 지불하는 것이다. 트래픽 교환은 사적인 장소 혹은 데이터 센터, 혹은 인터넷 교환소(IXPs)라고 알려진 곳에서 이루어질 수 있다. 다음에서 이와 관련된 전반적인 내용을 살펴본다.

미국 국방부(Department of Defence)는 처음으로 네트워크를 연결하기 위해 인터넷(당시 ARPANET으로 명명)을 개발하고 후에는 교육과 연구 네트워크(NSFNET)를 개발하였다. 상업 인터넷망은 World Wide Web의 발전 덕분에 1990년대에 개발 및 확장되기 시작했다. 여기서 근본적인 질문이 발생했다: 어떻게 그리고 어디에서 상업 인터넷망은 트래픽을 교환하는가?

처음에는 모든 인터넷망의 규모는 작았을 뿐 아니라 인터넷망을 확대하기 위해 상호접속하는 방식 또한 간단하고 효과적이었다. 이 당시 모든 인터넷망은 동등(동배 혹은 동료를 뜻하는 peer)하다고 여겨졌기 때문에 1대 1 교환 상호접속 방식은 ‘피어링’이라고 불렸다.

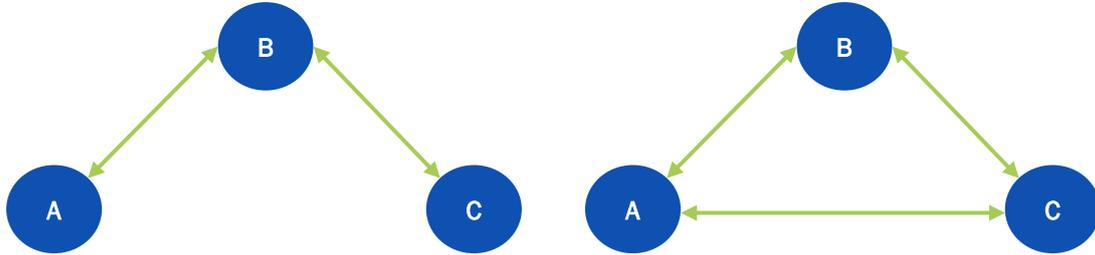
인터넷망이 급속도로 증가하고 이에 따라 원격 네트워크에서도 정보를 찾을 수 있는 검색이 가능하게 됨에 따라 ‘한번에’ 모든 인터넷망에서 트래픽을 교환 여부가 더욱 더 중요하게 되었다. 이러한 현상 덕분에 상호접속 관계의 위계적 시스템과 ISP 고객에게 서비스를 제공할 수 있는 ‘트랜짓’이라는 새로운 형태가 등장했다.

3.1 피어링(대등·직접 접속) 방식

피어링 관계를 통해 두 인터넷 제공 업체 간 고객의 트래픽을 교환할 수 있다. 그림 1의 왼쪽은 네트워크 A와 B는 서로 트래픽을 교환하고, 네트워크 B와 C는 피어링 방식을 통해서도 트래픽을 교환한다. 그러나 네트워크 B는 네트워크 A와 네트워크 C 사이에서 트래픽을 교환하지 않는다. 그 이유는 네트워크 B는 네트워크 A 고객의 트래픽이 네트워크B의 네트워크를 통과하여 네트워크 C의 네트워크 고객에게 전송하도록 할 유인이 없기 때문이다 - (오히려 이러한 디자인의 네트워크는) 자원 비용이 많이 들고 네트워크

B의 고객에게는 도움이 되지 않는다. 네트워크 A와 C가 통신하려면 그림 1의 오른쪽에 표시된 것처럼 서로 피어링(통신)해야 한다.

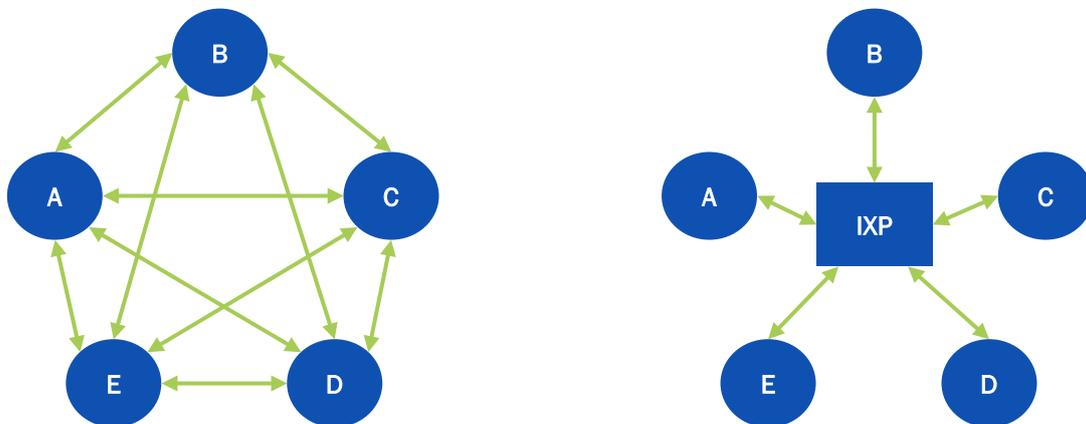
그림 1: 피어링 방식 [출처: Analysys Mason, 2020]



이러한 피어링 방식은 초기에는 모두 '무료' 였다: 즉, 한 네트워크 (네트워크 A)에서 발생하는 트래픽을 수집하고 다른 네트워크 (네트워크 B)에서 (정보 제공을) 종료하기 위해서 어떠한 금전적 교환도 하지 않았다. 네트워크 A와 네트워크 B 모두 다른 네트워크의 사용자에게 도달하기 위해 (그들의) 고객의 요청을 이행해야 했다. 공급자 간 관계가 동등하기 때문에 비슷한 양의 트래픽을 다른 공급자에게 보내는 경우, 네트워크 B에서 수신한 트래픽을 사용하는 네트워크 A의 비용은 네트워크 A의 트래픽을 사용하는 네트워크 B의 비용과 거의 같게 된다. 트래픽을 측정하고 계약하는 데 비용이 들었지만 피어링 방식은 이러한 비용을 효과적으로 상쇄할 뿐 아니라, 무료 피어링 방식은 (트래픽을 교환하는) 모든 참여자의 비용을 효과적으로 감소시킨다.

그러나 더 많은 인터넷 제공 업체가 등장함에 따라 피어링 접속 비용이 상승하기 시작했다. 예를 들어, 5 개 제공 업체가있는 경우 (그림 2의 왼쪽의 경우), 각 인터넷 제공 업체는 피어링 트래픽을 교환하기 위해서 각각 다른 4 개의 제공 업체와 연결해야 한다. 이러한 문제에 대한 해결책은 현재 인터넷 교환 지점 (IXPs)으로 알려진 트래픽 교환을 위한 공통 지점을 개발하는 것 이었다. 그림 2의 오른쪽 경우처럼, 각 공급자는 IXP와 단 하나의 연결만이 필요하며, IXP에서는 피어링 파트너 간에 트래픽이 효율적으로 교환된다.

그림 2: IXP의 인터넷망 간 트래픽 흐름에 미치는 영향 [출처: Analysys Mason, 2020]



IXP는 미국에서 시작하여 유럽에서 '트로보닝(tromboning)' 현상을 피하기 위해 시작되었다. 1990 년대에 모든 유럽 인터넷 제공 업체는 콘텐츠와 사용자의 가장 큰 기반이자 인터넷의 역사적인 고향인 미국과 연결되어야만 했다. 유럽 내 제공 업체는 (그림 2의 왼쪽과 같이) 인터넷 제공 업체 전체를 연결하는 것보다는 각 인터넷 제공업체가 IXP에 자체적으로 연결하여 모든 국내 트래픽을 교환하는 것이 비용적으로 더 저렴하다는 것을 알게 되었다. 이 트롬보닝 접근 방식은 국제적 연결에서는 효율적이지 않았기 때문에 결국 유럽 내 공급 업체는 런던 인터넷 익스체인지 (LINX) 및 암스테르담 인터넷 익스체인지 (AMS-IX) 등과 같이 트래픽 교환을 지역적으로 국한시켰다. 이러한 각 국가별 IXPs는 대규모 지역 IXP로 성장했다.

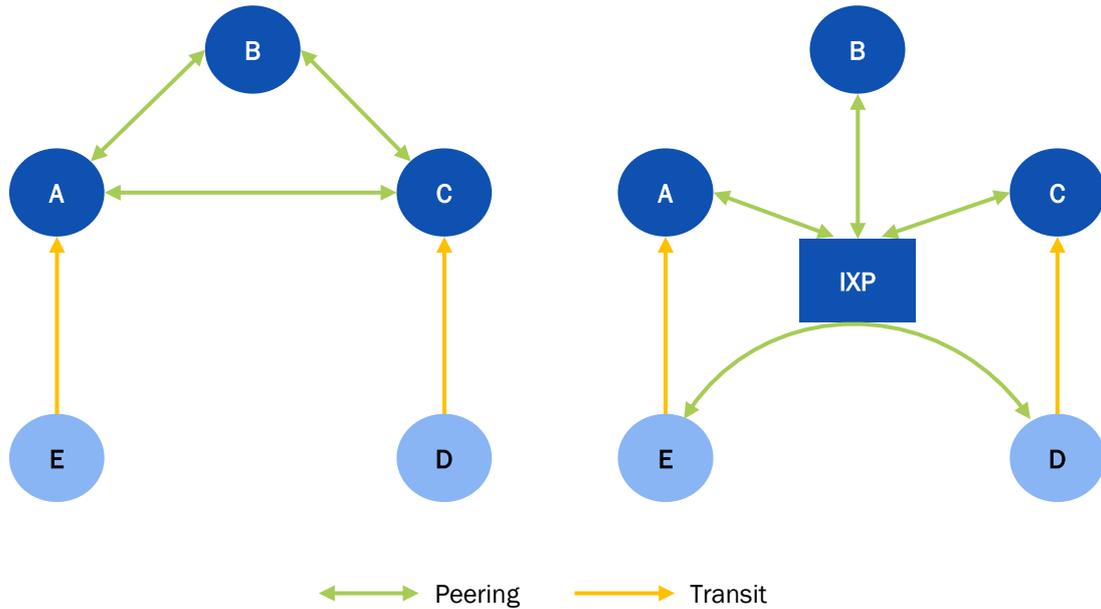
3.2 트랜짓 (중계 접속) 방식

피어링의 대안은 트랜짓으로 알려져 있다. 트랜짓은 한 서비스 제공 업체가 다른 서비스 제공 업체의 고객이 되어 인터넷상의 모든 지점에 액세스할 수 있는 유료 서비스이다. 트랜짓 제공자는 다른 고객 및 동료 파트너를 통해 나머지 인터넷에 접속한다. 트랜짓은 인터넷 서비스 제공 업체 (ISPs)로 알려진 소규모 네트워크가 인터넷으로부터 트래픽을 전송하기 위한 서비스로서 발생했다. 트랜짓을 (유료로) 판매한 대규모 네트워크는 백본 제공자(backbone providers)라고 불린다².

그림 3의 왼쪽에서 보듯, ISP D와 E는 각각 백본 A와 C로부터 트랜짓을 구매한다. 그 결과, 백본 A는 B와 C에서 발생한 모든 트래픽을 백본 A의 고객인 ISP E로 전송한다. 이와 마찬가지로, ISP D는 백본 C의 피어링 파트너로부터 모든 트래픽을 수신한다. 이를 통해 ISP E 고객은 ISP D와 트래픽을 교환할 수 있고, 그 반대의 경우도 가능하다.

² 실제로 백본과 ISP 사이에는 명확한 구분이 없다. 일부 백본은 소매 고객이 있고 일부 ISP는 백본이 존재한다. 이 백서에서는 백본을 트랜짓을 판매하는 공급자를 나타내고 ISP는 트랜짓을 구매하는 공급자를 나타낸다. 또한 일부 백본은 국내용이지만 국가와 대륙 간 트래픽을 제공하는 데 있어 중추적인 역할을 수행하기도 한다. 마찬가지로 ISP는 국제적일 수 있지만 여기서는 국내 시장에서의 '마지막 전송 단계(last-mile)' 역할에 중점을 둔다.

그림 3: 트랜짓 방식 [출처: Analysys Mason, 2020]



IXP의 성장과 확산으로 많은 ISP 뿐만 아니라 콘텐츠 제공자들도 IXP의 직접적인 구성원이 되었다. 이를 통해 그림 3의 오른쪽 하단에 곡선으로 표시된 것처럼 서로 쉽게 피어링 할 수 있고, 이러한 연결 방식을 유지하는 사용자들의 트랜짓에 대한 의존도가 줄어든다. 일반적으로 최소 규모 또는 특정 기술 조건과 같이 네트워크가 잠재적인 사용자에게 부과하는 기준이 존재한다³. 만약 이러한 기준이 충족되지 않으면 네트워크가 동일한 위치에 존재하더라도 상호접속은 여전히 트랜짓에 의존해야 한다. 다음 섹션에서 몇 가지 주요 기준을 제시한다.

3.3 피어링 기준

만약 두 인터넷 제공 업체가 피어링 방식으로 서로 트래픽을 교환하기로 동의할 경우, 각 인터넷 제공 업체는 다른 공급 업체의 사용 트래픽에 네트워크 리소스를 할당해야 한다. 이러한 네트워크 리소스는 공급자가 부담해야 할 비용이 든다. 초기에는 백본이 모두 동일한 IXP에 연결되었으며 최종 사용자와 콘텐츠 제공 업체간에 거의 동일한 고객으로 구성되어 있었다. 그 결과, 트래픽이 균형적으로 교환되고 모든 비용을 함께 분담하게 되었으며, 이러한 무료 피어링 방식은 표준이 되었다.

인터넷이 증가함에 따라 두 가지 분기점이 나타났다: 첫째, 일부 백본이 미국 전역 또는 국제적으로 확장되었을 때; 둘째, 일부 백본이 콘텐츠 제공에 더 집중하기 시작했을 때이다. 일부 사례의 경우, 피어링 파트너 간 부담해야 할 비용이 변화하게 되었고, 그 결과 공급자는 다른 공급자와 피어링 할 때 조건이 되는 피어링 기준을 개발했다. 이러한 피어링 기준은 1990년대 후반, 인터넷 산업계에서 발생하는 변화에 따라 백본이 피어링 상태를

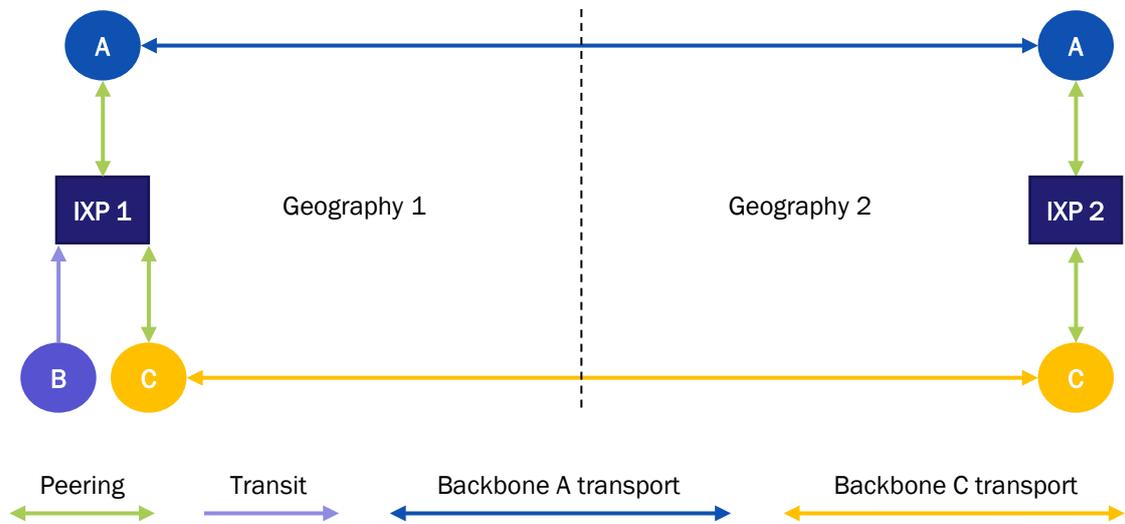
³ 예를 들어, Facebook의 피어링 조건은 다음과 같다: “래플 내 트래픽 전송의 경우 최소 50Mbps [...] 올바른 형식의 공개 패브릭 주소, ASN 및 NOC/피어링 연락처 정보가 있는 교환 정보를 포함한 모든 공개 피어링 요청은 최신 피어링DB(이 필요함)”

어떻게 결정하고 발전시킬 것인지를 공개적으로 알리기 위한 자가 규제(self-regulation) 도구로써 처음 등장했다.

백본의 지리적 성장 차이

백본이 전 세계적으로 확대되기 시작하면서, 사용자(peer)의 위치와 트래픽 교환 방법에 대해 선택해야만 했다. 그림 4에서 IXP 1과 IXP 2는 한 국가 내에서 정반대편에 있거나 다른 국가에 위치할 수 있다. 백본 A와 C는 두 지역에 걸쳐 있다. (백본 A와 C는) 각각 두 IXP (IXP 1과 2)에 연결되어 있으며 지역 간 전송 용량이 정해져있다. 반대로 공급자 B는 지역 1내에서 IXP 1에만 연결되어 있는 지역 ISP이다.

그림 4: 피어링 기준 [출처: Analysys Mason, 2020]



유사한 백본 A와 C가 트래픽을 교환할 때, 그들은 트래픽양을 공유한다 — 이들간 필요한 것은 트래픽을 누가 어느 방향으로 전송하는지에 대한 합의만 있으면 된다. 일반적인 접근 방식은 '핫 포테이토 라우팅(hot-potato routing, ⁴)가장 짧은 경로의 네트워크로 트래픽을 전송하는 방식'이라고 알려진 방식인데, 이는 각 백본은 트래픽을 발생한 위치와 가장 가까운 공통 IXP로 트래픽을 전송하는 방식이다⁴. 예를 들어, 지역 1의 백본 A 고객이 지역 2의 백본 C가 제공한 콘텐츠를 요청하면, 이러한 요청은 IXP 1의 백본 C로 전달된다. 백본 C의 콘텐츠는 IXP 2의 백본 A로 전달되고, 그 후 이러한 콘텐츠를 요청한 지역 1의 고객에게 전달된다.

그러나 ISP B와 트래픽을 교환하기 위해서는 이 방법이 불가능하다. 자유로운 피어링 방식하에서 백본 A는 지역 2에서 ISP B로 트래픽을 전송하기 위해 자체 전송망을 이용하는 것이 비용적으로 효율적이지 않다. 이는 백본 A가 ISP B보다 피어링 방식에 훨씬 더 많은 리소스를 할당해야 한다는 것을 의미한다. 그 대신, ISP B는 지역 2 혹은 그 외 지역의

⁴ 영어로 '뜨거운 감자 (hot potato)'라는 용어는 참여자가 물건(예를 들면, 감자와 같은)을 돌리는 게임에서 유래한 것으로 보인다. 게임이 끝났을 때 참여자가 물건(감자)을 갖고 있지 않아야하므로 참여자는 (마치 감자가 뜨거운 것처럼) 빨리 감자를 전달한다. 마찬가지로 피어링의 경우 공급자는 트래픽을 받은 후 최대한 빨리 트래픽을 전달한다.

네트워크에 액세스하기 위해 백본 A 또는 C로부터 트래픽을 구입할 수 있다. 기본적으로, ISP B는 백본 A의 고객과 백본 A의 사용자 모두에게 접근할 권한을 구매할 수 있다. ISP B는 그들의 고객에게 인터넷 액세스 서비스를 제공할 의무를 이행하기 위해 이 서비스를 구매해야 한다. 혹은 자체 백본 네트워크를 구축해야 한다.

핫 포테이토 라우팅(hot-potato routing, ^{주)}가장 짧은 경로의 네트워크로 트래픽을 전송하는 방식)을 통해 유사한 백본 간 교환하는 트래픽의 양과 거리를 대략적으로 동일하게 만들 수 있다. 이러한 방식을 가능하게 하기 위해서 백본은 (트래픽의 양과 거리 간) 균형을 맞추기 위해 피어링 접속 방식의 지리적 확산을 제한하는 지리적 요구 사항을 포함시킨다. 예를 들어, Verizon Business는 미국에서 피어링을 원하는 공급자는 미국 내 최소 8 개 지역에 노드를 분산시키도록 요구한다⁵.

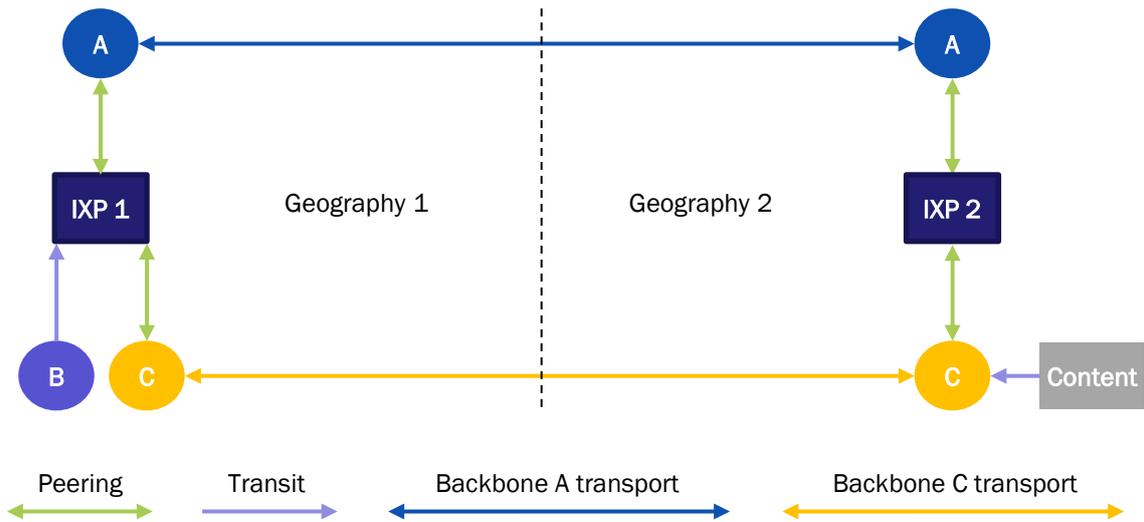
트래픽 균형의 차이

지리적 범위 적용 이외에도 시간이 지남에 따라 발생한 다른 문제는 전송되는 트래픽 상대적인 양이었다. 백본 A와 C가 (컨텐츠를 요청하는) ISP와 (컨텐츠를 전달하는) 콘텐츠 제공자를 포함한 다운 스트림(downstream) 고객이 거의 같으면, 트래픽은 거의 동일한 양일 것이다.

이것은 최근 분기점의 두 번째 내용과 관련된다. 특히 비디오를 제공하는 콘텐츠 제공 업체의 성장에 따라, 일부 인터넷 백본은 이러한 콘텐츠 제공 업체를 주요 고객으로 설정하여 트래픽 간 균형을 전환하기 시작했다. 예를 들어, 아래 그림 5에서, 백본 C가 지역 2에서 더 많은 콘텐츠를 생성하기 시작하면 백본 A는 IXP 2와 IXP 1 사이에서 훨씬 더 많은 트래픽을 전송해야 한다. 지역 1의 백본 A 고객들의 콘텐츠에 대한 모든 요청은 (핫-포테이토 라우팅 방식에 의해) 백본 C에 의해 IXP들에게 전달되며, 모든 콘텐츠는 다시 백본 A에 의해 (백본 A의 고객들에게) 전송된다. 콘텐츠에 대한 요청은 대역폭을 거의 차지하지 않지만 콘텐츠 자체는 대역폭의 상당한 양을 차지할 수 있다.

⁵ <https://enterprise.verizon.com/terms/peering/> 참고할 것

그림 5: 피어링 기준 [출처: Analysys Mason, 2020]



그 결과, A와 같은 백본은 트래픽 교환 시 일정 비율의 송수신 트래픽을 유지해야 한다는 피어링 기준을 포함시키기 시작했다. 예를 들어, Verizon Business는 피어링 파트너와 교환된 트래픽이 1.8 : 1의 비율을 초과하지 않아야 한다고 규정하고 있다. 즉, (트래픽 교환 대상) 파트너는 수신 한 트래픽 양의 1.8 배 이상을 전송할 수 없다⁶. 이러한 기준은 더 많은 양의 트래픽을 전송 받는 회사의 트래픽 교환 비용이 더 높다는 것을 반영하지만, 이는 교환된 트래픽의 가치를 측정하는 것이 아니라는 점에 유의해야 한다. ISP는 더 많은 최종 사용자를 유치하기 위해 콘텐츠를 필요로 하고, 콘텐츠 제공자는 최종 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 ISP를 필요로 하며, 가치를 바탕으로 한 모든 계약은 상업적 협상을 통해서만 이루어질 수 있다.

콘텐츠 양의 증가는 장기적인 영향을 가져왔다. 역사적으로, 트래픽 비율이 피어링 기준에서 지정한 값을 초과하면 A와 같은 백본은 피어링 관계 하에서 교환된 초과 트래픽에 대해 초과 비용에 대한 지불을 요청함으로써 (발생한) 추가 트래픽 비용을 보충하고자 한다. 이러한 '유료 피어링'은 기술적인 관점에서 볼 때 무료 피어링과 차이가 없지만 트래픽을 발생시키는 당사자는 콘텐츠를 고객에게 전송하기 위해 수신자에게 더 많이 지불한다. 그러나 인터넷을 통과하는 콘텐츠 유형의 변경은 최종 사용자가 요청한 대용량 콘텐츠에 대응하기 위해 이루어졌다는 점을 명심해야 한다. 따라서 아래에 설명된 것처럼 최종 사용자가 선호하는 콘텐츠를 제공할 수 있도록 상호접속 구성이 변경되었다.

유료 피어링에 대한 상업적 대안이 곧 등장하였는데, 이 대안은 비용 절감과 서비스 품질 향상이라는 두 가지 이점을 제공했다. 이러한 대안의 기본은 콘텐츠를 제공하는 제공자가 다른 백본이 트래픽을 전송해야 하는 거리를 줄이고 해당 백본의 비용을 낮추는 것이다. 한 가지 해결책은 모두 같은 방식을 유지하거나 혹은 핫 포테이토 라우팅에서 '콜드 포테이토 라우팅(cold-potato routing, ⁷⁾ 각 주요 네트워크에서 직접 라우팅하는 방식)'으로 전환하는 것이다. 이는 콘텐츠 제공자가 고객이 콘텐츠를 요청한 제공자와 가장 가까운 IXP에 이를 전송함으로써 트래픽양을 수신 백본에서 가져 오는 핫 포테이토

⁶ <https://enterprise.verizon.com/terms/peering/> 참고할 것

라우팅과는 반대되는 것이다. 섹션 3.4에서는 요청된 지점에 보다 가까운 콘텐츠를 전송할 수 있는 다른 대안을 논의한다.

중요한 문제는 여기에서 설명된 피어링 기준이 규제가 아닌 상업적인 피어링 방식에 대한 지침을 제공하기 위해 개발되었다는 것이다. 마찬가지로, 유료 피어링으로 전환하거나 수신 백본에 더 근접한 콘텐츠를 제공하기로 한 결정은 콘텐츠와 함께 제공자 측의 상업적 결정 및 백본 간의 협상에서 비롯된다.

이러한 논의는 백본과 관련이 있다. 반대로 ISP, 특히 주거용(일반) 최종 사용자에게 초점을 둔 ISP는 광대역 기술에 내장된 비대칭적 트래픽 패턴을 가지고 있다. 스트리밍 비디오 서비스를 이용하는 최종 사용자가 TV 화면에서 영화 아이콘을 클릭하면 영화에 대한 짧은 요청이 서버로 전송되고 최종 사용자는 그 즉시 2 시간 동안 고품질 비디오를 시청할 수 있다. 그 결과, 초창기 ADSL (비대칭 DSL) 이래로 광대역 기술은 비대칭적으로 설계되었다. ISP의 고객은 고품질의 비디오를 원하며, 이것이 바로 콘텐츠 제공 업체가 ISP에 제공하는 것이다.

그러나 시간이 지남에 따라, 피어링 기준을 만족시킬 뿐만 아니라 보다 근본적으로 비용을 낮추고 최종 사용자들을 위한 서비스의 품질을 높이기 위해 백본에 더 가까운 콘텐츠를 제공하는 방향으로 개선되기 시작했다. 이러한 움직임은 (아래에서 자세하게 서술할) 콘텐츠를 제공하기 위한 새로운 비즈니스 모델의 출현으로 더욱 강화되었다.

3.4 콘텐츠 전송 네트워크

더 먼 거리로 전송되는 콘텐츠의 양이 증가는 전송 비용을 증가시킬 뿐만 아니라 서비스 전송 시간을 지연시켰으며 최종 사용자가 즐기는 (콘텐츠) 서비스 품질에도 영향을 미쳤다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최종 사용자의 ISP에 더 가까운 여러 위치에 콘텐츠가 배포되기 시작했다. 콘텐츠 제공 업체가 콘텐츠를 효율적으로 배포할 수 있도록 콘텐츠 전송 네트워크(content delivery network, CDN)라는 새로운 비즈니스 모델이 등장했다.

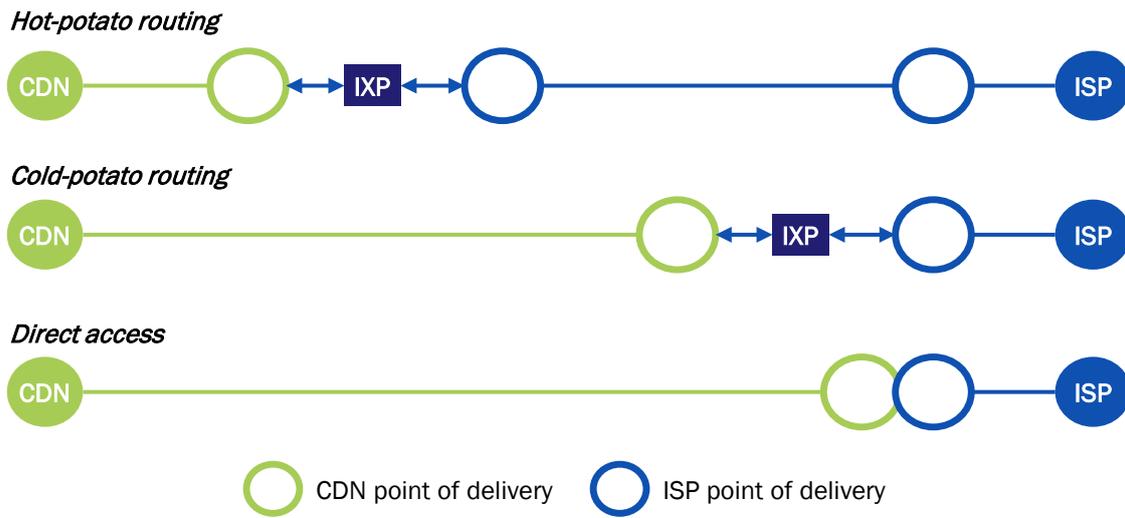
일반적으로 CDN에 의해 각각 다르게 처리되는 두 가지 유형의 콘텐츠가 있다:

- 정적 콘텐츠(static content)는 오디오 및 비디오 레코딩과 같이 변경되지 않은 콘텐츠이므로 여러 위치에 저장할 수 있다.
- 동적 콘텐츠(dynamics content)에는 화상 통화 또는 메시지와 같은 통신이나 게임과 같이 저장할 수 없는 콘텐츠가 포함된다.

CDN은 다양한 모델을 사용하여 전 세계의 콘텐츠를 관리하고 배포할 수 있도록 설계된 네트워크이다. 가장 간단한 모델은 수많은 분산 데이터 센터에서 콘텐츠를 호스팅하는 방식이지만, 이 방법은 여전히 핫 포테이토 라우팅(hot-potato routing,⁷⁾ ISP 네트워크를 통한 라우팅 방식) 방식을 이용한다. 조금 더 발전된 모델은 콜드 포테이토 라우팅(cold-potato routing,⁸⁾ 각 주요 네트워크에서 직접 라우팅하는 방식) 방식인데, 이는 IXP에 캐시를 배치하거나 ISP의 네트워크에 캐시를 직접(on-net) 배치하는 것이다. 자세한 내용은 아래 그림 6을 참조하십시오.

캐시는 콜드 포테이토 라우팅(cold-potato routing, ^{주)} 각 주요 네트워크에서 직접 라우팅하는 방식) 또는 온넷(on-net) 액세스를 사용하여 YouTube 동영상과 같이 인기있는 정적 콘텐츠를 사용자에게 더 가까이 제공할 수 있다. 캐시를 사용하면 ISP는 사용자가 콘텐츠를 요청할 때마다 이를 제공하기 위해 국제 트랜짓을 사용할 필요가 없기 때문에 상당한 비용을 절약할 수 있다 - 캐시에 저장된 후에는 로컬 전송을 사용하여 콘텐츠를 전송할 수 있다. 캐시 사용으로 인한 절감 효과를 감안하여 ISP는 일반적으로 유료 피어링에 대해 CDN에 비용을 청구하지 않는다.

그림 6: CDN 콘텐츠 전송 경로 [출처: Analysys Mason, 2020]



CDN은 또한 특정 국가에서 PoP (인터넷 접속점, Points of Presence)를 설정하여 동적 콘텐츠를 제공할 수 있다. 이러한 PoP는 여러 위치에서 백본 및 ISP와 피어링하는 데 사용될 수 있으며 정적 콘텐츠로 캐시를 채우는 데 사용될 수도 있다. CDN은 PoP로 콘텐츠를 전달하기 위해 전송 비용을 지불하므로 PoP 및 캐시에 액세스 할 수 있는 ISP의 비용이 더 낮아진다. 이러한 모든 조치는 수신 네트워크 비용을 줄이고 콘텐츠의 최종 사용자가 즐기는 서비스 품질을 향상시킨다.

첫 번째 CDN은 클라이언트 (타사 콘텐츠 제공 업체)가 콘텐츠를 제공하고자 하는 지역 및 국가에 설립된 독립 회사였다. 최근에는 대형 콘텐츠 제공 업체가 자체 콘텐츠를 제공하기 위해 CDN을 개발하기 시작했는데, 이는 콘텐츠 제공 가치 사슬 전체에 걸친 상당한 투자를 요구한다. CDN이 독립적이거나 콘텐츠 제공 업체에 소속되어 있던지에 관계 없이 CDN은 ISP의 비용을 줄이고 최종 사용자의 지연 시간을 줄이기 위해 ISP와의 상업적 계약을 협상할 수 있음을 보여주었다.

CDN의 네트워크 개발로 인해 요청된 것과 동일한 IXP로 콘텐츠를 전송이 가능해지면서 유료 ISP의 전송 비용이 낮아지고 유료 피어링의 경우가 줄었다. 오늘날 많은 콘텐츠 제공 업체들은 최종 사용자에게 더 가깝게 콘텐츠를 제공하기 위해 네트워크

인프라에 상당한 투자를 하고 있다⁷. 여기에는 PoP 및 캐시에 콘텐츠를 전달하기 위해 캐시와 PoP를 설치하고 대륙과 국가 간에 해저 케이블을 구축하는 작업도 포함된다.

CDN은 트래픽을 직접 전달하기 위해 ISP 네트워크 ('온넷(on-net)'이라고도 함)에 장비를 배치하고 있다. 프랑스 통신 규제 기관인 Arcep이 발표한 상호접속 데이터에 따르면, 2018년 전체 트래픽의 21%가 직접 전송(on-net) 트래픽이었고, 트랜짓이 39%, 피어링이 40%인 것으로 나타났다⁸. 2017년 이후 모든 트래픽이 증가하기는 했지만, 프랑스의 경우 온넷 트래픽 비율은 9%에서 21%로 거의 3배가 증가하였다.

4 비규제적 상호접속

CDN이 점점 더 많은 국가에서 콘텐츠를 확장하고 확산함에 따라 콘텐츠는 최종 사용자에게 더 가까이 다가가고 상호접속 방식이 발전하기 시작했다. 그러나 한 가지 변치 않는 것은 그러한 방식들이 규제 의무보다는 상업적 협상에 의해 계속 결정되었다는 것이다. CDN은 최종 사용자의 서비스 품질을 개선하고자 네트워크 구축을 위해 지속적으로 노력하면서 ISP를 위해 비용을 낮추었다. 반면에 일부 ISP는 피어링 요금을 계속 청구하려고 했다. 일반적으로 이러한 노력에는 여전히 상업적 협상이 요구되었지만 일부 ISP는 규제 개입을 위해 로비를 시도했다. 아래에서 논의된 바와 같이, 규제된 상호접속을 달성하려는 이러한 시도는 성공하지 못했다.

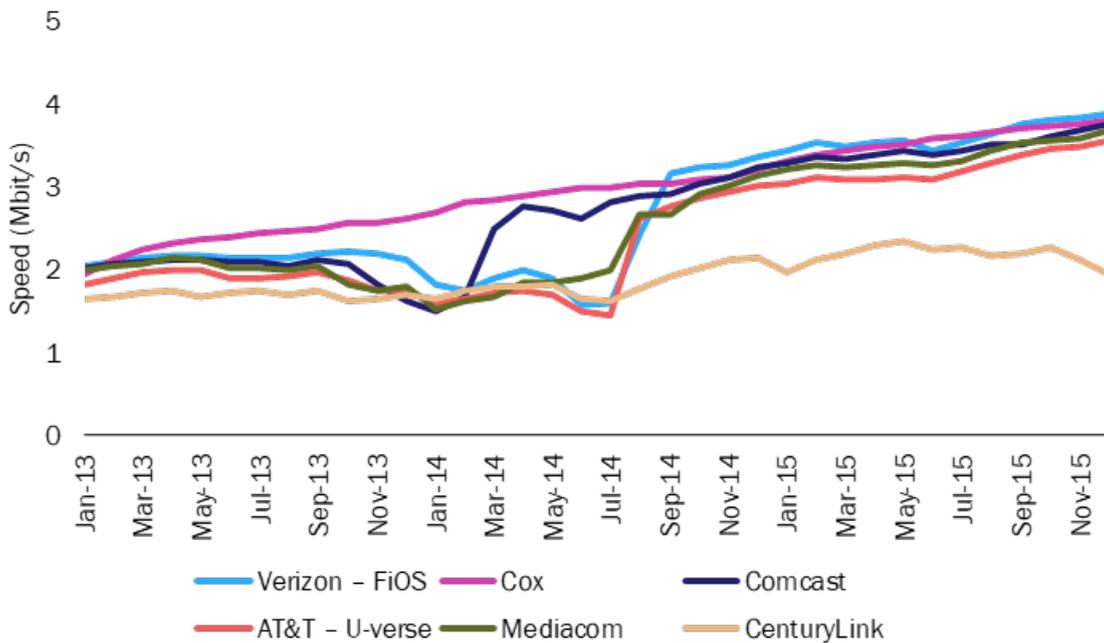
상업적 협상과 관련하여, 지불에 대한 분쟁으로 인해 콘텐츠 제공 업체와 ISP 사이의 연결이 정체되어 최종 사용자의 속도가 느려지는 경우가 있었다. 그림 7은 2014년 혼잡으로 인해 특정 ISP에서 Netflix 최종 사용자가 사용할 수 있는 속도가 느려진 후, ISP가 Netflix의 CDN에 직접 접속을 수락한 후 이러한 문제가 해결된 것을 보여준다⁹.

⁷ David Abecassis and Richard Morgan, *Infrastructure Investment by Online Service Providers* (Analysys Mason, December 2018), <http://www.analysismason.com/Consulting/content/reports/Online-service-providers-Internet-infrastructure-Dec2018/>

⁸ Arcep, *The state of the internet in France: 2019 report*, https://en.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/report-state-internet-2019-eng-270619.pdf

⁹ <https://groups.csail.mit.edu/ana/Measurement-and-Analysis-of-Internet-Interconnection-and-Congestion-September2014.pdf> 참고할 것

그림 7: 2013-2015 년 미국 내 주요 ISPs의 Netflix ISP 속도 지수 [출처:ispspeedindex.netflix.com]



또 다른 접근법은 ISP가 규제 개입을 추구하고 일부 로비 규제 기관이 '발신자 과금' 모델의 변형을 선호하는 것이었다. 이 모델은 발신자의 교환원과 수신자의 교환원간에 통화가 전달되는 음성 전화 통신에서 일반적이다. 발신자는 통화 비용을 지불하고, 교환원은 착신 교환원에게 통화에 대한 터미네이션 비용(망 사용 비용)을 지불한다. 이는 전통적으로 발신자가 다른 네트워크의 대상 사용자에게 도달할 수 있는 이점을 갖는다는 점과 음성 통신의 사용자 간 통신(peer-to-peer) 특성에 근거하여 정당화되었다. 이 모델은 많은 국가에서 국제 및 국내 통화에 사용된다¹⁰.

인터넷의 경우, 이러한 방식을 일반적으로 '발신자 지불'이라고 한다: IP 트래픽을 보내는 발신자는 최종 사용자의 ISP에게 자금 흐름과 함께 트래픽을 전달하기 위해 비용을 지불한다. 이러한 방식은 인터넷 상황에 적합하지 않기 때문에 규제 기관에 의해 거부되었다. 이와 관련하여 전화 통신과 인터넷 사이에는 두 가지 주요 차이점이 있다:

- 첫째, 전화와 인터넷의 상호접속에는 상당한 규제 차이가 있다. 역사적으로 전화 사업자는 각 국의 자연 독점의 대상으로서 규제되었다. 국제 전기 통신 연합(International Telecommunication Union, ITU)은 발신자 과금 기준으로 국제 전화시 교환원 간의 상호접속을 규제했다. 개별 국가에서 경쟁이 도입됨에 따라 경쟁 업체가

¹⁰ 전화의 경우 발신자 과금이 표준이지만, 휴대 전화의 경우 이 기준이 항상 적용되지는 않는다. 미국 및 싱가포르와 같은 일부 국가의 사업자는 전화를 걸거나 받는 고객에게 요금을 청구했으며 다른 네트워크에서 걸려 오는 전화에 대해서는 터미네이션 비용(망 사용 비용)부과하지 않는 '이동자 과금'을 적용했다.

기존 사업자의 네트워크에 액세스 할 수 있도록 하고 전송자 과금을 기준으로 한 국가 내 사업자 간 통화가 가능하도록 상호접속 규정이 도입되었다¹¹.

대조적으로, 백본은 일반적으로 초기부터 경쟁 환경에서 운영되었다. 상호접속 의무사항에 따라 백본은 기존 운영자에게 액세스 할 수 있었지만 아무런 규제가 적용되지 않았다¹². 이러한 규정의 결여에는 인터넷 제공 업체 간 상호접속이 포함되는데, 이는 인터넷 초기부터 상업적 기반으로 수행될 수 있었다¹³. 앞서 논의한 바와 같이, 그 결과 대부분 과금없는 백본들 간 피어링 관계가 확산되었다.

- 둘째, 콘텐츠 제공 업체에서 최종 사용자로의 트래픽 흐름은 주로 콘텐츠에 액세스하려는 최종 사용자 (뿐만 아니라 광고처럼 이를 지원하는 보조 콘텐츠)에 의해 시작된다. 이것은 콘텐츠 제공 업체가 최종 사용자에게 도달하면 아무런 혜택을 얻지 못한다는 것이 아니라, 최종 사용자는 일반적으로 인터넷 어디에서나 콘텐츠 제공 업체에게 콘텐츠를 요청할 경우에만 ISP에 요금을 지불한다는 것이다. 이는 전화를 건 발신자가 비용을 지불하는 음성 전화의 상호접속의 약점을 보여준다.

전화 통신과 인터넷 간의 상호접속 방식의 차이점은 상당히 놀랍다. 많은 국가에서는 기존의 고정 운영자가 경쟁사와의 상호접속을 통제하는 승인된 '상호접속 표준계약서(RIO)'를 준비할 것을 요구한다: 예를 들어, 사우디 아라비아의 기존 사업자인 STC의 상호접속 표준계약서는 37 페이지에 이르고 추가 부록이 9 개나 포함되어 있으며, STC 및 규제 기관 내의 많은 직원은 이를 준비하고 관리하는데 시간을 할애해야 한다¹⁴.

반면, Packet Clearing House(PCH)는 2016년 상호접속 방식에 대한 인터넷 네트워크 설문 조사를 실시했다. 148개국 10만개 이상의 네트워크가 응답했는데, 총 1,935,822개의 상호접속 계약이 파악되었다. 설문 조사 결과는 놀라웠다. 첫째, 전화 통신 상호접속 표준계약서(RIO)의 복잡함과는 전혀 달리, 99.93%는 공급자 간의 단순한 '잡정 계약(handshake agreements)'인 것으로 나타났다. 상호접속 계약의 0.07%(1,347)만이 서면 계약을 체결했다¹⁵. 둘째, 설문 조사에 따르면 대다수인 99.98%의 공급자가 트래픽을

¹¹ 전화와 이동전화 서비스의 중요한 차이점 중 하나는 일반적으로 모바일 서비스가 사업자간에 평등한 경쟁 환경에서 시작된다는 것이다. 결과적으로, 이동 통신사에 의해 이동 통신사 과금 방식(이동 통신사 간의 무료 피어링과 실질적으로 유사한)이 수용될 수 있었다.

¹² Jason Oxman, "The FCC and the Unregulation of the Internet," Office of Plans and Policy Working Paper Series (Federal Communications Commission, July 1999), https://transition.fcc.gov/Bureaus/OPP/working_papers/oppwp31.pdf 참고할 것

¹³ Michael Kende, "The Digital Handshake: Connecting Internet Backbones," Office of Plans and Policy Working Paper Series (Federal Communications Commission, September 1, 2000), <https://www.fcc.gov/reports-research/working-papers/digital-handshake-connecting-internet-backbones>

¹⁴ https://www.citc.gov.sa/en/RulesandSystems/RegulatoryDocuments/Interconnection/Pages/CITC_ReferenceInt erconnectionOfferRIO.aspx 참고할 것

¹⁵ 이것은 99.5%가 임의 계약이었다는 것이 밝혀진 142,000개 피어링 계약을 대상으로 한 PCH 설문 조사의 결과와도 유사하다. 이 설문조사 결과는 D. Weller and B. Woodcock (2013-01-29), "Internet Traffic Exchange: Market Developments and Policy Challenges", *OECD Digital Economy Papers*, No. 207, OECD Publishing, Paris. 에서 찾아볼 수 있다.

교환하는데 있어 비용 또는 기타 요구 사항이 없는 균형 계약을 체결한 것으로 나타났다¹⁶. 오직 0.02%(403개 계약)만이 유료 결제 조건을 포함한 불균형적인 조건을 포함했다.

그럼에도 불구하고, 여러 시장의 ISP는 송신되는 트래픽에 대해 규제 기관이 발신자 과금을 의무화하도록 요구해왔다. 가장 주목할만한 사례는 2012년 ITU의 국제 통신 규정(International Telecommunication Regulations, ITRs)이 국제 전기 통신 세계 회의(World Conference on International Telecommunications, WCIT)에서 업데이트된 때였다. 유럽의 대기업 및 기존 통신 사업자를 대표하는 무역 협회인 유럽 통신 네트워크 운영사 협회(European Telecommunications Network Operators Association, ETNO)는 국제 인터넷 트래픽에 대한 새로운 규정에 당사자 과금 방안을 포함하는 제안을 내놓았다. 이 제안은 일부 국가에서 채택되었지만 ITU 회원국의 승인을 받지 않아 ITR에 포함되지 않았다.

트래픽 전송자에게 과금하려는 노력은 인터넷 초기부터 발생한 극적인 변화를 염두에 두어야 한다. 당시에는 사용자가 콘텐츠를 구매하려고 하지 않았으며 광고 모델 뿐만 아니라 과금 메커니즘도 존재하지 않거나 미숙했기 때문에 콘텐츠 제공 업체는 수익원을 구축하지 못했다. ISP가 안정적인 수익원을 확보함에 따라 콘텐츠 제공 업체는 ISP의 최종 사용자 고객에게 가치를 제공한다는 주장을 펼치면서 해당 수익을 공유하려고 했으며 소매 ISP 서비스에 대한 수요 증가에 대한 보상을 받을만했다. 분명하게도 이것은 ISP나 다른 규제 기관에 의해 상호접속을 위한 상업적 기반으로 받아 들여지지 않았다.

이후 콘텐츠 제공 업체가 성공적인 수익 모델을 개발함에 따라 2012 ITU WCIT에서 전송자 과금에 대한 토론에서 알 수 있듯이 수익 공유에 대한 논쟁이 뒤집혔다. 이 경우, ISP는 콘텐츠가 최종 사용자에게 도달할 수 없으면 가치가 없다고 주장했으며, 따라서 콘텐츠 제공 업체는 전송자 과금을 통해 보상해야 한다고 주장했다¹⁷. 앞에서 언급했듯이 이 주장은 WCIT에서 받아들여 지지 않았으며 인식된 가치 흐름의 변화는 규제 대응책의 위험을 보여준다. 만약 콘텐츠 제공 업체가 제시한 원래의 수익 공유 제안이 채택된 경우 이를 없애거나 되돌릴 수 없다. 반면에 상업적 협상과 비즈니스 모델은 이러한 변화를 수용할 수 있었다.

5 한국 상호접속 규제의 영향

인터넷 제공 업체 간의 상호접속 방식은 트래픽 전송 비용 절감, (트래픽의) 혼잡 저하 또는 방지, 대기 시간 최적화 등 중복 이점을 제공하도록 발전해왔다. 터미네이션 비용(망 사용 비용) 없이 트래픽을 직접 교환하기 위한 수단으로써 과금 없는 피어링 방식이 채택되었다. 그 후 비용이 많이 들고 느린 'tromboning' 방식을 피하기 위해 보다 효율적으로 상호접속하는 수단으로써 IXP가 도입되었다. 이러한 이점은 규제가 아닌

¹⁶ <https://www.pch.net/resources/Papers/peering-survey/PCH-Peering-Survey-2016/PCH-Peering-Survey-2016.pdf> 참고할 것

¹⁷ Geoff Huston, "Carriage vs. Content," *The ISP Column* (blog), July 2012, <http://www.potaroo.net/ispcol/2012-07/carriagevcontent.html>

자유롭게 협상된 상호접속 방식에서 비롯되었다 - 그러나 한국의 상호접속 규제는 한국 최종 사용자들이 이러한 혜택을 못 받을 수 있음을 의미한다.

컨텐츠 제공 업체는 트래픽 전송의 지속적인 개선을 위해 상당한 투자를 했다. CDN (개별 회사 및 컨텐츠 제공 업체에 속한 CDN 모두)은 종종 IXP의 구성원으로서 ISP에 더 가까운 트래픽을 제공하거나 장비를 ISP의 네트워크에 배치하여 컨텐츠를 제공할 수 있다. 이러한 CDN은 비싼 백홀(backhaul) 용량에 대한 ISP의 의존성을 줄인다. 컨텐츠 제공 업체 또한 자체 능력을 활용하여 전 세계에 트래픽을 전달하기 위해 해저 케이블에 직접 투자하기 시작했다. 이러한 변화는 컨텐츠 전송 시간을 개선하고 ISP 비용이 절감되며 최종 사용자에게 상당한 이점을 제공한다.

이러한 모든 추세는 컨텐츠의 특성 변화와 진화하는 비즈니스 모델에 대한 반응이다. 트래픽 전달을 위해 ISP간 의무적 과금 제도를 도입하게 되면 상호접속 방식의 발전이 방해되고 소비자에게 제공되는 모든 혜택을 막을 수 있다. 이것은 (부과된) 요금이 각 비트(용량)에 대한 것인지 혹은 (최근 한국에서 발표된 바와 같이) 인바운드/아웃 바운드 비율을 고려하는지 여부에 상관없이 사실이다. 이러한 변화는 컨텐츠 제공 업체의 비용을 증가시켜 컨텐츠 제공 방식에 다양하게 영향을 줄 수 있다.

로컬 컨텐츠 제공 업체(예 : Naver, Kakao)는 일반적으로 컨텐츠를 한국에서 호스팅하고 ISP를 통한 연결 비용을 지불한다. 해당 ISP가 다른 ISP에게 컨텐츠를 전송하기 위해 비용을 지불해야하는 경우, 해당 요금을 컨텐츠 제공자에게 전달한다. 이러한 방식은 비 규제 시장의 로컬 컨텐츠 제공 업체에 비해 (Naver나 Kakao 같은) 컨텐츠 제공 업체는 더 많은 비용이 지출해야하는 효과가 있다. 특히 소규모 컨텐츠 제공 업체 나신생 기업이 시장에 진입하거나 성장하기가 어렵다. 하나의 대안은 컨텐츠 제공자가 모든 ISP에 캐시를 제공하는 것이지만 모든 이 대안은 모든 컨텐츠 제공자가 실현 가능하지는 않으며 특히 스타트업의 경우 가능하지 않다.

국제 컨텐츠 제공 업체에 대한 상호접속 규제의 영향은 다른데 그 이유는 그들이 이미 한국 외부에서 네트워크를 운영하고 있기 때문이다. 앞에서 설명한 바와 같이 전반적으로 대규모 컨텐츠 제공 업체는 최종 사용자에게 더 가까이 네트워크를 구축하기 위해 적극적으로 노력하고 있다. 따라서 ISP에 대한 추가 비용없이 최종 사용자에게 제공되는 트래픽의 품질, 지연 시간 및 가용성이 향상된다. 그러나 국제 컨텐츠 제공 업체가 네트워크를 한국 외부에 구축하려면 로컬 ISP를 통해 최종 사용자에게 컨텐츠를 제공해야 한다.

국제 컨텐츠 제공 업체는 두 가지 옵션을 갖고 있다. 첫째, ISP 간 발신자 과금을 회피하기 위해 네트워크의 PoP를 통해 국가의 각 ISP와 직접 상호접속할 수 있다. 둘째, 한국 ISP는 국외 지역에서만 컨텐츠를 제한적으로 제공하기로 결정할 수 있다. 이 방법을 택하게 되면, 한국 ISP는 그들 사이에 컨텐츠를 전송하지 못하므로 컨텐츠 관련 비용을 지불하지 않아도 된다. 그러나 이 시점에서 소규모 및 대형 ISP는 다른 인센티브를 갖는 것으로 보인다:

- 일반적으로 소규모 ISP는 한국에 있는 컨텐츠 제공 업체 네트워크의 혜택을 가장 많이 누리고 있으며, 수수료 형태의 보상을 요구하지 않고 컨텐츠 제공 업체로부터 트래픽을

수집하기로 동의한 것으로 보인다; 그러나 콘텐츠 제공자는 각 소규모 ISP에 캐시를 제공하지 않을 수 있다.

- 대규모 ISP는 콘텐츠 제공 업체가 수수료를 협상하기 위해 적극적으로 노력하고 있으며, ISP가 트래픽을 교환하기 위해 상호 비용을 지불해야하는 경우 대규모 콘텐츠 제공 업체들은 한국의 네트워크 PoP와 함께 비용을 부담해야한다고 주장한다.

그 결과, 일부 국제 콘텐츠 제공 업체는 아시아나 미국 등 한국 외부에서만 트래픽을 교환하기로 결정했다. 따라서 작업 네트워크 요소(캐시 및 PoP 포함)의 설치와 해저 케이블 및 기타 기반 시설 설치와 같은 콘텐츠 제공자의 대한민국 투자가 억제된다. 한국은 시장 확대를 가져올 수 있는 외부 투자의 직접적인 혜택을 놓칠 뿐 아니라 간접적 경제적 이익도 잃을 수 있을 것이다¹⁸.

이러한 규제된 과금 방식은 ISP의 트래픽 교환 비용 뿐만 아니라 많은 경우 트래픽 교환 지연 시간을 증가시킨다 - (비용과 지연 시간 증가) 이 두 가지 모두 최종 사용자에게 손해이다. 그림 8은 한국의 ISP가 한국에서 트래픽을 교환할 수 있는 CDN을 포함하여 해외에서 트래픽을 교환할 수 있는 위치를 보여준다.

¹⁸ 네트워크 기반시설과 같은 Facebook의 연결 추상의 경제적 이익 추정치와 관련해서는 David Abecassis, Michael Kende, Elena Korsukova, Richard Morgan, Sviat Novik, *The impact of Facebook's connectivity initiatives in the ASEAN region* (Analysys Mason, May 2020), https://www.analysysmason.com/Consulting/content/reports/impact_of_facebook_connectivity_asean를 참고할 것

Public Peering Exchange Points		
Exchange ASN	IPv4 IPv6	Speed RS Peer
AMS-IX 4766	80.249.209.129 2001:7f8:1::a500:4766:1	10G ○
DE-CIX Frankfurt Peering LAN 4766	80.81.192.170 2001:7f8::129e:0:1	10G ○
Equinix Los Angeles 4766	206.223.123.44 2001:504:0:3::4766:1	20G ○
Equinix Palo Alto 4766	198.32.176.102 2001:504:d::66	20G ○
LINX LON1 Main 4766	195.66.224.147 2001:7f8:4::129e:1	10G ○
NYIIX 4766	198.32.160.49 2001:504:1::a500:4766:1	20G ○
SIX Seattle MTU 1500 4766	206.81.80.131 2001:504:16::129e	30G ○

Private Peering Facilities	
Facility ASN	Country City
Equinix Los Angeles (LA1) 4766	United States of America Los Angeles
Equinix Palo Alto (SV8) 4766	United States of America Palo Alto
Equinix Seattle (SE2/SE3) 4766	United States of America Seattle
Equinix Singapore (SG1) 4766	Singapore Singapore
Flexential - Portland/Hillsboro 2 (PDX02) 4766	United States of America Hillsboro
HKCOLO - Sino Favour Centre 4766	Hong Kong Hong Kong
MEGA-i (iAdvantage Hong Kong) 4766	Hong Kong Hong Kong

그림 8: 한국통신 피어링 지점 [출처: PeeringDB, 2019]

이러한 방식은 ISP에게 상당한 트래픽 비용을 발생시킨다. 이러한 '해외 위탁(offshore)' 피어링 관계는 한국의 ISP가 한국의 규제 범위를 적용받지 않는 콘텐츠 제공자에게 고객이 요청한 트래픽을 수집할 수 있는 비규제적 방법을 제공한다.

또한, 현재의 상황은 더 많은 트래픽 교환이 발생할 수 있는 더 강력한 IXP의 개발을 저해한다. IXP는 콘텐츠 제공자가 ISP에 연결할 수 있는 효율적인 위치를 제공한다.

- CDN은 연결된 ISP에 콘텐츠를 배포하기 위해 캐시를 IXP에 직접 연결하거나 ISP를 통해 간접적으로 연결할 수 있다.
- CDN은 IXP에서 PoP를 설정하고 트래픽 교환을 위해 ISP와 다시 피어링할 수 있다.
- IXP 노드는 종종 데이터 센터에서 호스팅되며, 콘텐츠 제공 업체는 PNI (Private Network Interconnect)라고도 하는 ISP와 직접 연결을 설정할 수 있다.

이러한 모든 옵션은 ISP가 콘텐츠에 액세스하는 데 드는 비용을 낮추고 전송 지연 시간을 개선한다. 그러나 콘텐츠 제공 업체는 트래픽 수신에 대해 ISP를 보상해야 할 가능성이 있기 때문에 이러한 연결은 IXP를 중심으로 널리 개발되지 않을 것이다.

한국의 소규모 ISP 중 일부는 국외의 콘텐츠 제공 업체 네트워크와 연결하기 위해 네트워크 내부에 캐시를 설치했지만 이는 현재까지 드러난 단점의 일부만 완화시킬 수

있을 뿐이다. 대형 ISP는 한번에 캐시를 여러군데 설치하는 것을 거부함으로써 한국에 트래픽을 전송하려는 콘텐츠 제공 업체가 비용을 부담하도록 하고 있다(콘텐츠를 전송하는데 있어 더 제한적이거나 낮은 품질의 대역폭으로 인해 부담을 갖도록 함). 그 결과 한국 이해 관계자에게는 손실이 발생한다: ISP는 해외에서 발생하는 백홀 트래픽에 대한 비용을 지불해야하고, 만약 백홀 용량이 충분하지 않으면 콘텐츠 제공 업체는 한국에서의 서비스 제공을 줄일 수 있다.

마지막으로, 콘텐츠 요금 부과에 대한 장기간의 지속적인 토론과 부과 방법에 대한 모호성은 모든 공급자에게 불확실성을 만든다. 이러한 불확실성은 기본 규정의 이행 여부에 관계없이 투자 결정에 영향을 줄 수 있다. 다시 한 번 (강조하지만), 상업적 협상은 비용과 지연 시간 측면에서 가장 효율적인 해결책을 제공하고 한국에 대한 투자를 촉진함으로써 더 나은 결과를 제공할 것이다.

6 결론

인터넷은 1990년대 상업적으로 개발된 이후로 큰 변화를 겪어왔다. 인터넷은 (인터넷망의) 급속 성장을 뿐 아니라 미국에서 개발되어 세계화되었으며, 콘텐츠 관련 트래픽의 양이 기하 급수적으로 증가했고, 콘텐츠 제공자는 자체 네트워크를 구축하여 전 세계 최종 사용자에게 콘텐츠를 제공하기 시작했다. 변치 않는 하나의 이유는 바로 인터넷망은 규제보다는 상업적 교섭이 상호접속 방식에 변화를 가져 왔다는 것이다.

일반적으로 인터넷 상호접속 방식은 규제의 대상이 아니었다. 전 세계적으로 ITU 규정을 통해 '콘텐츠 제공자가 요금을 지불하도록 한 정책은 성공한 적이 없었다. 국가 차원에서 한국의 사례는 그 이유를 입증하는 데 도움이 된다: 인터넷 상호접속에 대한 규제는 콘텐츠 제공 업체 (한국에 여러 ISP를 구축하고 콘텐츠를 전송받기 위해 비용을 지불해야 함)에 추가 비용을 부과하거나 혹은 해외에서만 콘텐츠를 이용가능하게 함으로써 한국 ISP가 최종 사용자가 요청한 콘텐츠에 액세스하는데 추가 비용이 발생한다. 어느 쪽이든, 과금 방법에 대한 규제와 과연 얼마를 부과할 것인가에 대한 기준의 모호성은 (인터넷) 투자에 영향을 미쳤다. 또한 상호접속 방식의 결과는 다른 국가의 상업용 방식보다 비효율적이며, 한국 최종 사용자들은 어떠한 혜택도 없이 비용과 (전송) 지연만 증가시킨다.

전통적인 전화 통신과는 달리, 해지 비용(망 이용 비용) 부과에 대한 명확한 경제적 근거는 없다. 최종 사용자는 ISP에 인터넷 이용 비용을 지불하면 모든 인터넷에 접근할 수 있다. 인터넷이 제공된 이래로, 상업적 교섭은 트래픽 패턴의 변화에 적응하면서 모든 공급자가 트래픽을 효율적으로 전송할 수 있는 동기를 극대화하는 데 효과적인 것으로 입증되었다. 전 세계의 규제 기관과 정책 결정자들은 콘텐츠 제공 업체가 ISP에 강제적인 인터넷망 과금 정책을 일관되게 거부해왔다. 현재까지 한국 상황을 보면, 만약 기존의 관행에서 벗어나 과금 정책을 시행하게 된다면 한국 소비자, 사업체 및 콘텐츠 제공 업체에 별다른 혜택 없이 (증가된) 비용만 부과된다는 것을 보여준다.

한국 및 기타 국가의 정책 입안자들은 이용 가능한 증거를 평가할 수 있는 경우에만 정책 및 규정을 만들고 있다. 인터넷망 과금 정책의 경우, 규제의 필요성은 불분명하며 규제의 영향력은 매우 부정적일 것으로 예상된다.

부록: 용어 모음

백본 (<i>Backbone, 기간 네트워크</i>)	인터넷 백본(기간 네트워크) 제공 업체는 지역, 국가 또는 전 세계에서 발생하는 트래픽을 전달하는 네트워크를 갖추고 있다. 고객은 대기업, ISP 및 콘텐츠 제공자를 포함하며, 이들 및 다른 백본 제공자와 트래픽을 교환한다. 백본은 다른 백본 업체와 피어링 방식을 사용하고 고객에게 트랜짓을 판매한다.
캐시 (<i>Cache</i>)	캐시는 CDN용 비디오와 같은 정적 콘텐츠를 저장하는데 사용된다. 인기 있는 콘텐츠는 CDN에 의해 캐시로 '밀어넣어'지거나 (저장되거나) 최종 사용자가 콘텐츠를 요청할 때 (저장된) 캐시로부터 '꺼낼' 수 있다. 캐시에 저장되면 콘텐츠는 최종 사용자와 더 가까워지므로 ISP는 짧은 지연 시간과 비용 절감으로 (콘텐츠에) 액세스할 수 있다 (최종 사용자가 요청할 때마다 콘텐츠에 액세스하기 위해 비싼 국제 트랜짓을 사용할 필요가 없기 때문이다).
콘텐츠 전송 네트워크(<i>CDN</i>)	CDN은 캐시와 PoP를 사용하여 콘텐츠 공급자 대신 콘텐츠를 배포하는 회사이다. CDN은 콘텐츠 제공자와 무관하거나 콘텐츠 제공자가 자체 콘텐츠를 배포하기 위해 CDN을 개발할 수 있다.
동적 콘텐츠 (<i>Dynamic content</i>)	동적 콘텐츠는 사용자가 시간이 지남에 따라 내용을 변경할 수 있는 개인 콘텐츠이다. 동적 콘텐츠는 이메일, 사용자 맞춤 웹 페이지 및 화상 회의 등과 같은 것이다.
인터넷 교환 노드 (<i>IXP</i>)	IXP는 ISP, 백본, CDN 및 기업을 포함한 인터넷 제공 업체가 피어링 또는 트랜짓을 이용하여 트래픽을 효율적으로 교환할 수 있는 장소이다. 각 공급자별로 별도의 회로를 마련할 필요없이 각 공급자는 다른 모든 공급자와 트래픽을 교환하기 위해 IXP에 한 번만 연결하면 된다. IXP는 또한 콘텐츠를 효율적으로 배포할 수 있는 방법을 제공함으로써 콘텐츠를 유지하는데 도움을 줄 수 있다.
인터넷 서비스 제공자(<i>ISP</i>)	ISP는 모바일 또는 고정 광대역 연결을 사용하여 최종 사용자에게 인터넷 액세스를 제공하고 기업에 대한 액세스도 제공할 수 있다.
전송 지연 (<i>Latency</i>)	전송 지연은 인터넷상의 지점 간 트래픽 전송과 관련된 지연 시간이다. 웹 페이지를 다운로드하거나 비디오를 스트리밍할 때 발생하는 지연을 의미한다. 또한 전송 지연은 최종 사용자가 서로 통신하는데

발생한 지연을 의미한다. 전송 지연은 비디오를 시청하는 동안 일시 정지되거나 인터넷 전화 통화가 되지 않게 만들 수 있다.

*피어링
(Peering, 직접
접속;
대등 접속)*

피어링은 두 인터넷 제공 업체간에 자체 트래픽을 교환하는 방식이다. 예를 들어, 두 개의 백본은 피어링을 사용하여 ISP 고객의 트래픽을 교환하거나 ISP가 콘텐츠 공급자와 피어링하여 최종 사용자가 요청한 콘텐츠를 제공할 수 있다. 피어링 파트너는 트래픽이 트랜짓하는 것을 허용하지 않는다. 즉, 피어링 파트너간에 콘텐츠를 전송하지 않는다. 피어링은 일반적으로 '무료'인데, 다시 말해 트래픽을 교환하기 위해서 비용을 지불하거나 댓가를 받지 않는다.

*인터넷
접속점(PoP)*

인터넷 접속점은 CDN이 동적 콘텐츠를 백본 또는 ISP에 전달할 수 있는 위치이다.

*정적 콘텐츠
(Static content)*

정적 콘텐츠는 사용자 또는 시간에 따라 변경되지 않는다. 정적 콘텐츠는 캐시에 복사 및 저장되어 전 세계의 최종 사용자에게 제공될 수 있다. 예를 들면, 노래와 비디오가 있다.

트랜짓 (Transit)

트랜짓 방식에서, 백본은 전체 인터넷에 대한 액세스를 다른 백본 또는 ISP에 판매한다. 여기에는 백본의 피어링 파트너와 백본 자체 고객에 대한 액세스가 포함된다.

*트롬보닝
(Tromboning)*

IXP가 없는 국가에서 ISPs는 종종 국제 회선을 사용하여같은 국가 내 사용자의 트래픽을 포함한 모든 트래픽을 해외로 교환한다. 이것은 개별 ISP에 대해 별도의 연결망을 설치하는 것보다 더 효율적이다. 한 국가의 트래픽이 광대한 거리를 이동한 후 다시 본 국가로 전송되는 모습이 트롬본 악기와 비슷한 모양이기 때문에 트롬보닝이라고 불린다.