

+ 이현준 · 아리랑국제방송 방송기술팀 차장



Field Report

G20 서울 정상회의 기간에 사용된 차세대 고속 전송 프로토콜 "fasp"



1. 개요 및 목적

해외 홍보방송 협력사인 아리랑국제방송은 '2010 G20 서울 정상회의(11.11~12)'를 신속하게 전 세계인들에게 알리고자 COEX 미디어센터에 방송부스 및 미디어 스탠드업 포지션을 마련하고 실시간으로 행사 관련 주요사항을 생방송하였다. 더불어, 국내 방송사 최초로 해외 홍보방송을 위한 새로운 개념의 '고속 파일 전송 시스템'을 구축하고 해외 현지 방송사에 뉴스와 영상 콘텐츠를 파일형태로 제공함으로써 많은 호평을 받았으며, 글로벌 미디어 파트너로서 역할을 성공적으로 수행하였다.

이번 서비스를 통해 국내·외 50여개 방송사들이 아리랑이 제공한 자료화면 약 2,000여건을 활용하였으며, 러시아, 미국, 하와이, 카자흐스탄, 키르기즈 공화국, 태국, 홍콩, 브라질, 루마니아, 호주, 뉴질랜드, 헝가리, 사우디, 카타르 등 40여개 나라 국영 또는 공영방송사들과 관련 협의를 진행 중에 있다.

본 글에서는 fasp 프로토콜을 이용한 'High-speed file transfer'의 정의, fasp Architecture 알고리즘, 시스템 설계 및 프로그램 개발 등의 내용을 설명한다.

2. fasp 프로토콜의 정의

fasp 기반의 'High-speed file transfer'는 기존의 FTP¹⁾나 UDT²⁾ 등과 같은 TCP³⁾는 물론 UDP⁴⁾ 기반의 파일 전송 기술의 전통적인 문제점(불완전한 혼잡 제어 알고리즘, 패킷 손실, 병목현상, Delay, 대역폭의 안정성, 신뢰성, 보안, 디스크 입출력, CPU스케줄링의 병목현상) 등을 해소한 뛰어난 차세대 고속 전송 솔루션으로 장거리 광대역 망에서도 전체 망 속도를 달성할 수 있다.

전통적인 TCP 프로토콜은 왕복 시간(RTT : Roundtrip Time)이나 패킷 손실이 높은 망에서 병목현상을 갖고 있으며, 고대역 망에서 가장 두드러지게 나타난다. 이러한 내재된 병목현상이 망의 가용 대역폭을 점진적으로 탐지하여, 패킷 손실이 감지될 때까지 전송률을 증가시키고 감지되면 전송률을 감소시키는 AIMD(Additive-Increase, Multiplicative-Decrease) 혼잡 회피 알고리즘으로부터 생긴다는 것은 전문서적을 통해 널리 알려져 있다. 하지만, 물리적 망 미디어에 의한 손실과 같은 또 다른 패킷 손실 원인들은 전송률을 동일하게 줄이는 망 혼잡과 연관이 없다는 것은 많이 알려져 있지 않다.

fasp 기반의 'High-speed file transfer'는 Byte-Stream 전송을 요구하지 않는 애플리케이션을 위하여 신뢰성 있는 전송을 제공하고 신뢰성과 전송률 제어를 완전히 분리함으로써 TCP에 의해 남겨진 공백을 채우게 된다. 이는 Transport 계층에서는 표준 UDP를 사용하고 Application 계층에서는 실제 패킷 손실분만을 전송하는 최적화된 방법을 통해 분리된 혼잡도와 신뢰성 제어를 달성한다.

이처럼, 신뢰성과 전송률 제어의 분리로 인해 새로운 패킷들은 TCP 기반의 Byte-Stream 애플리케이션과 같이 유실 패킷을 재전송하는데 속도 저하를 필요로 하지 않게 된다. 전송 과정에서 유실된 데이터는 내부 종단 간 경로의 허용 대역폭과 동일한 비율이나 수신 비용을 없애기 위한 중복 재전송 값이 0인 특정 설정 목표율로 재전송을 하게 된다. 또한, fasp 적응적 전송률 제어는 평가 큐잉 제어(Measured Queuing Delay)를 작게 하고 안정된 크기의 큐잉 유지를 지향하는 망 혼잡도를 사용한다.

그러나, 평가 큐잉이 목표치보다 낮아질 경우에는 전송률이 상향 조정되고, 큐잉이 목표치보다 증가될 경우에는 하향 조정을 하여 큐잉 지연에 대한 정확한 측정치를 얻어냄으로써 fasp 세션은 목표 큐잉과 현재의 큐잉 간의 차이에 비례해 전송율을 줄여서 망 증속을 회피하고 망 혼잡이 안정화되면 fasp 세션은 신속하게 목표 큐잉의 비율에 따라 전송률을 증가시켜서 망 허용 처리량의 출력을 상승시키는 알고리즘을 사용한다. 따라서, 데이터 전달 시간이 예측 가능해지고 대역폭 전체 사용은 NACK 기반의 UDP 블래스터와는 다르게 망 효율을 100%에 가깝게 유지할 수 있다.

1) FTP(File Transfer Protocol) : 인터넷상의 컴퓨터들 간에 파일을 교환하기 위한 표준 프로토콜.

2) UDT(UDP-based Data Transfer Protocol) : 정보 처리의 오버헤드를 줄이고 고속 대량 데이터 전송을 위해 설계된 프로토콜이며 신뢰할 수 있는 스트리밍 데이터 전송 서비스라는 면에서 TCP와 비슷하다.

3) TCP(Transmission Control Protocol) : 인터넷상의 컴퓨터들 사이에서 데이터를 메시지의 형태로 보내기 위해 IP와 함께 사용되는 프로토콜. IP가 실제로 데이터의 배달처리를 관장하는 동안, TCP는 데이터 패킷을 추적 관리한다.

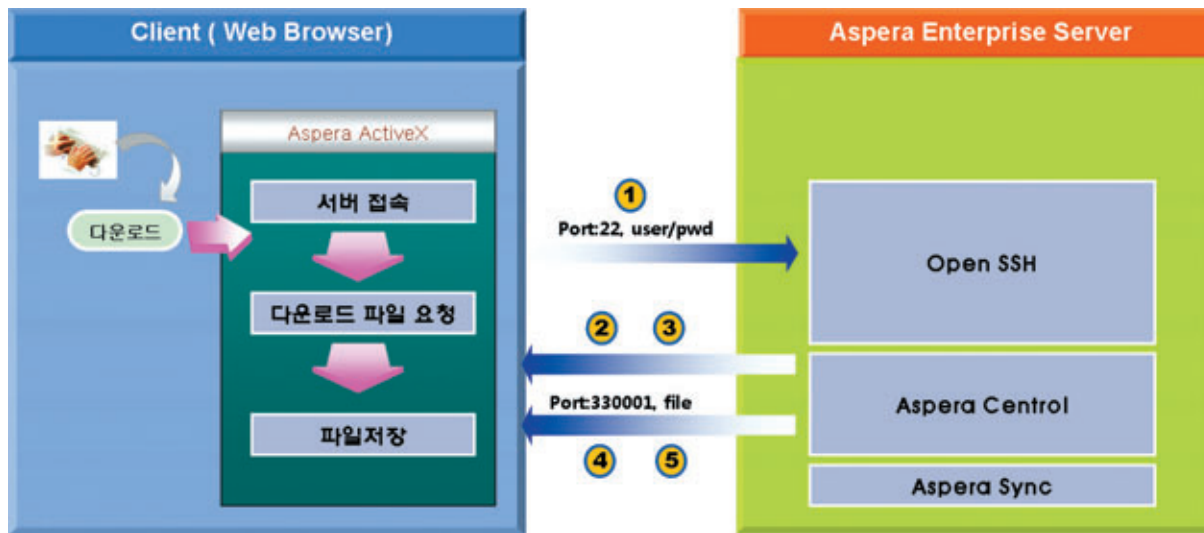
4) UDP(User Datagram Protocol) : TCP보다 단순하고, 포트주소, Checksum 오류제어, 상위 계층에서 받은 데이터 길이 정보만을 가지고 연결되는 프로토콜이다. UDP는 TCP의 대안이며, IP와 함께 쓰일 때에는 UDP/IP라고 표현하기도 한다. UDP는 TCP와는 달리, 메시지를 패킷(데이터그램)으로 나누고, 반대편에서 재조립하는 등의 서비스와 도착하는 데이터 패킷들의 순서를 제공하지 않는다. 즉, 전체 메시지가 올바른 순서로 도착했는지에 대해 확인할 수 있어야 한다. UDP는 TCP와 마찬가지로 4계층인 트랜스포트 계층에 속한다.

반면, 인위적인 병목현상 제거와 전체 대역폭의 효율적 활용 때문에 디스크 입출력, 파일 시스템, CPU 스케줄링 등의 새로운 병목현상 포인트로 나타난 fasp 전송은 네트워크와 디스크 등의 상이한 시간 척도로 인한 이중 시간 척도 설계가 대역폭과 디스크 속도 변화를 수용하기 위해 도입한 허용 대역폭과 디스크 속도에서 동시에 적용되는 기능을 가지게 되는 것으로 확인되었다. 이는 실제로 동일한 크기의 파일 하나를 전송하는 것과 비교해 여러 개의 작은 파일을 전송할 때 속도가 급격하게 떨어지는 경험을 하지만 fasp는 새로운 파일 스트림라이닝 기술을 사용하여 파일 시스템에서 발생하는 인위적인 병목현상을 제거하고 파일 전송에 이상적인 효율성을 발휘하게 된다.

3. fasp Architecture 알고리즘

3-1. fasp의 Concept

- ① 최초 SSH(SeureShell)을 통한 사용자 인증으로 Server와 Client 간의 세션을 연결한다.
- ② Client로부터 정보가 확인되면 사용자 인증 및 서버와 클라이언트의 세션이 연결된다.
- ③ 인증된 사용자별 대역폭 및 접근 가능한 디렉토리 등의 설정 값을 각각 적용한다.
- ④ 접근 가능한 디렉토리에서 사용자별 할당 대역폭 등의 설정에 따라 다운로드가 가능하다.
- ⑤ 로스 패킷에 대해서는 블록 검사를 통해 패킷 검증 및 재전송이 이루어진다.



[그림 1] fasp Architecture 알고리즘

3-2. fasp의 특징

fasp 기반의 'High-speed file transfer'는 다른 소프트웨어 기반 및 하드웨어 기반의 WAN 가속기 제품보다 뛰어난 성능을 제공하고 다음의 특징들을 가진다.

첫째, 가용한 인터넷 대역폭의 최대치까지 사용이 가능하다

둘째, 높은 RTT(Round Trip Time)와 무관하게 지연이 심한 네트워크에서도 높은 데이터 전송률을 보인다.(30% 패킷 로스 시 0.1% 미만의 오버헤드⁵⁾ 발생)

셋째, 네트워크 대역폭을 사용 중에 다른 Network 트래픽이 발생하게 되면 기존에 사용 중이던 대역폭을 양보하여 다른 Network 트래픽 작업이 가능케 함으로써 상호간의 작업이 가능케 하는 Congestion Control이 가능하다.

넷째, 단일 스트림 큰 파일이나 다수의 스트림 작은 파일에 관계없이 일정한 속도로 전송이 가능하다.

다섯째, 일정한 속도로 전송이 가능함으로 특정 데이터에 대해 데이터 전송 시간에 대한 예측이 가능하다.

여섯째, 노드별, 그룹별, 사용자별 대역폭 설정이 가능하며 이를 통해 가용한 네트워크 자원을 효율적으로 사용이 가능하다.

보안 및 안정성 면에서는 다음의 특징들을 가진다.

첫째, 인증 방식을 통한 보안 강화를 위해 SSH(Standard secure shell)와 표준 시스템 인증 및 사용자 제어 (LDAP, AD)기술을 사용한다.

둘째, AES-128/256 암호화 제공을 위한 빠른 암호화 전송 기술을 사용한다.

셋째, 데이터 무결성 확인을 위한 각각의 전송된 데이터 블록에 대한 검증을 사용한다.

넷째, 데이터 손실이나 전송 실패 시 자동화된 재전송 기술을 사용한다.

관리 및 제어 측면에서는 다음의 특징들을 가진다.

첫째, 뛰어난 대역폭 제어를 위해 자동적으로 가용한 대역폭의 전체 사용, 네트워크 트래픽을 보호(Fair mode⁶⁾/Fixed mode⁷⁾)한다.

둘째, 실시간 진행 및 성능 분석, 실시간 대역폭 사용량, 상세한 전송 히스토리, 로깅 등을 위한 시스템 모니터링 및 리포트기능을 제공한다.

셋째, 전송, 사용자, 그룹 및 노드 단위 등 전송 정책 관리 및 생성기능을 제공한다.

통합 및 구축 운영을 위해서 다음의 특징들을 가진다.

첫째, Windows, Mac, Linux, Solaris, FreeBSD, IBM AIX(OEM)에서 멀티 플랫폼 지원

둘째, Desktop user interface, Web applications, Automation, Open standards-based API/SDK 등의 다양한 시스템 구축 및 사용방법 지원

셋째, Web 2.0, Embedded, DAM systems, play out servers, pitcher/catcher, near-line and archive, SAN/NAS, Cloud services 등에서 복합적인 3rd-Party 통합 지원

5) 오버헤드 : 데이터를 올바르게 전송하기 위해 데이터 외에 부가되는 정보로 통신 프로토콜에서는 데이터의 앞과 뒤에 붙는 헤더와 트레일러 부분을 말한다

6) Fair mode : 다른 Bandwidth의 네트워크 사용 시 자동적으로 Bandwidth 양보 (Congestion Control)

7) Fixed mode : Bandwidth를 독점하여 다른 Bandwidth의 동일 네트워크 접근 시 양보 없음

Field Report

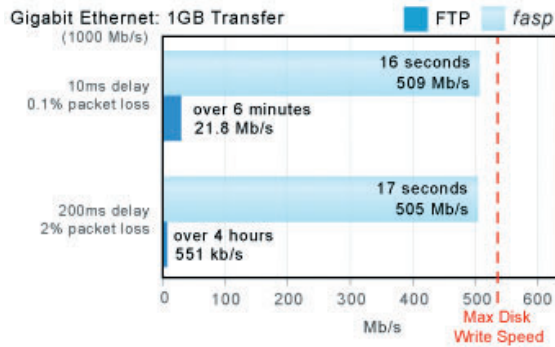
이헌준 · 아리랑국제방송 방송기술팀 차장

+ G20 서울 정상회의 기간에 사용된 차세대 고속 전송 프로토콜 'fasp'

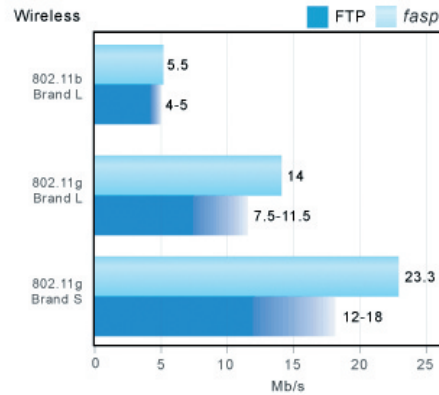
즉, fasp 기반의 'High-speed file transfer'는 TCP 기반(FTP, HTTP, CIFS, NFS)의 네트워크 지연 및 패킷 손실로 인한 매우 낮은 전송률, 낮은 전송대역에서는 TCP의 성능 향상이 자원되는 반면 고속의 빠른 네트워크에서는 비효율적이고 대역폭을 낭비하는 UDP 트래픽 블래스터, 다량의 큰 데이터 전송 시 부적절한 데이터 캐싱, 데이터 압축 시 시간 소모, 높은 오버헤드 및 망 비용 등의 전통적인 파일 전송 솔루션의 문제점들을 해결할 수 있는 솔루션으로 검토되었다.

3-3. FTP Vs fasp 시뮬레이션 결과

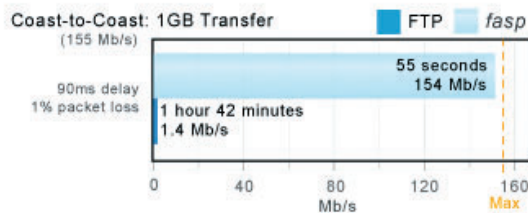
Asperasoft 실험실 내에서 인터넷에서의 네트워크 양복 지연 및 패킷 손실 조건 등을 고려한 NIST net 네트워크 처리 분석기의 시뮬레이션 결과들이다.



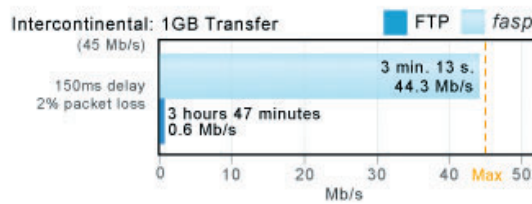
[그림 2] 광역도시내의 WAN 환경



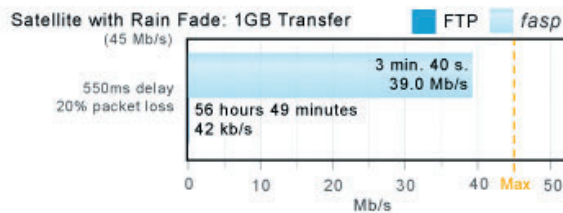
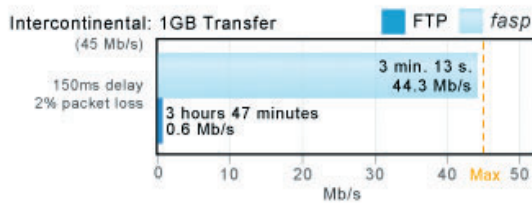
[그림 3] 802.11 Wireless



[그림 4] 미국 동부 - 서부 환경



[그림 5] 국제적인 대륙 간

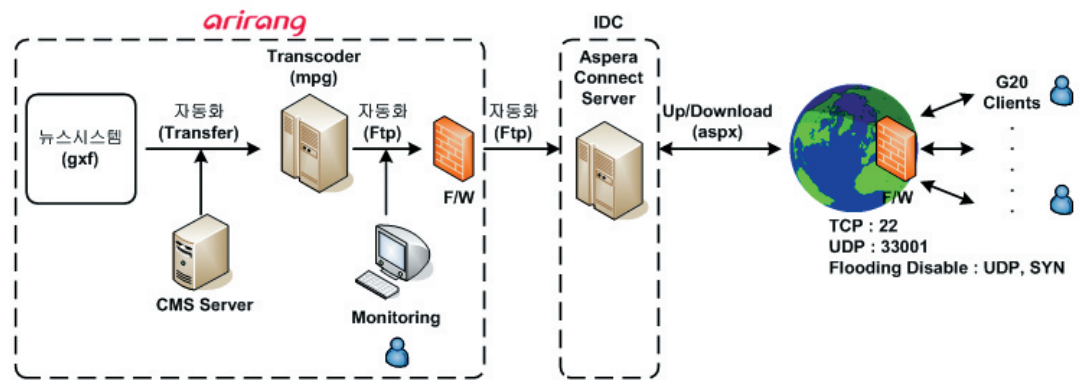


[그림 6] 지연률이 높은 인공위성 환경

4. 시스템 설계 및 개발

해외 현지 방송사와 G20 정상회의를 취재하려는 해외방송사에게 TV매체 외에 G20 Summit 프로그램(정상회의 관련 뉴스, 주요인사 회견 및 대담, 홍보영상물 등)을 파일형태로 제공하기 위하여 처리 전반에 관한 워크플로우 분석, 설계, 개발을 추진하였다.

4-1. 시스템 구성도



[그림 7] 시스템 구성도

4-2. 요구사항 분석, 설계, 개발

1) 매시간 아리랑 뉴스 시스템 Clean 영상 콘텐츠의 자동 업로드 시스템

- 뉴스 시작 5분 후 뉴스 큐시트 기반의 Clean 영상(GXF)을 자동 추출 [그림 8]
- GXF를 MPG로 트랜스코딩 후 서버까지 자동 업로드 [그림 9]
 - Reuters에서 사용하는 MPEG-2 Long GOP 5Mbps급 압축영상
 - 폴더 및 영상 파일 이름 자동 생성

ID	이름	종류	길이	비율	비율	비율
1	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
2	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
3	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
4	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
5	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
6	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
7	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
8	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
9	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
10	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
11	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
12	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
13	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
14	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
15	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
16	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
17	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
18	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
19	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
20	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		

[그림 8] Clean 영상(GXF) 자동추출

ID	이름	종류	길이	비율	비율	비율
1	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
2	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
3	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
4	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
5	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
6	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
7	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
8	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
9	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
10	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
11	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
12	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
13	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
14	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
15	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
16	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
17	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
18	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
19	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		
20	뉴스 시작 5분 후	뉴스	11:00	11:05		

[그림 9] GXF를 MPG로 트랜스코딩

Field Report

이현준 · 아리랑국제방송 방송기술팀 차장

+ G20 서울 정상회의 기간에 사용된 차세대 고속 전송 프로토콜 'tasp'

2) 아리랑 뉴스 시스템의 Cuesheet와 Article 파일 업로드

- PDF와 엑셀파일의 Cuesheet와 Article [그림 10]

Name	Size	Last Modified
Parent Directory		
2010-11-10_ARIRANG NEWS 1700		2010-11-10 오후 5:11:37
2010-11-10_ARIRANG NEWS 1700.pdf	29KB	2010-11-10 오후 5:11:37
2010-11-10_ARIRANG NEWS 1700.xls	17KB	2010-11-10 오후 5:19:14

Name	Size	Last Modified
Parent Directory		
01_17시 방송장면 E요청.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
02_17시 Opening.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
03_Pres.Lee Holds One-on-One with Medvedev Before G20 Summit.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
04_Pres.Lee Holds Talks with US Secretary General.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
05_President Talks to Korea to Hand Tie with Seoul Before Resuming Talks.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
06_G20 Seoul Summit Symbol, Chungsaeng.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
07_G20 Leaders Conferences on Display at Seoul N Tower.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
08_17시 경제 뉴스 방송장면.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
09_G20 Prices Big Differences in Currency & Current Account Balance Issues.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
10_Herbal Deputies Calls for Current Account Surplus Guidelines.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
11_G20 Business Summit Officially Kicks Off on Wednesday.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
12_Korea-US FTA Talks Extended One More Day.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
13_KV Fees Airlines for Cargo Service Price Fixing.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
14_17시 방송장면.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
15_17시 Opening.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
16_17시 방송장면 E요청.txt	1KB	2010-11-10 오후 5:11:37
2010-11-10_ARIRANG NEWS 1700.xls	17KB	2010-11-10 오후 5:11:37

[그림 10] Cuesheet와 Article 파일

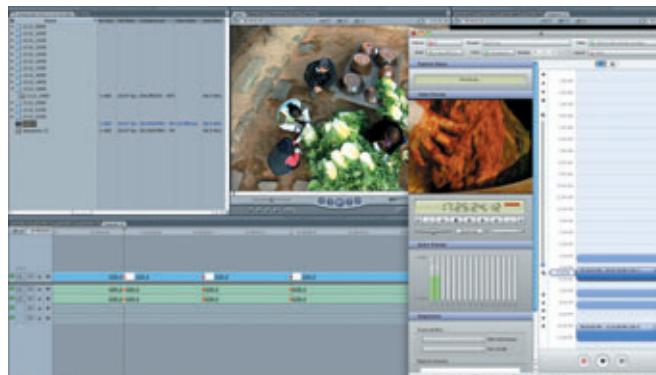
3) 매 시간 아리랑 뉴스의 Master 영상 콘텐츠 실시간 편집 시스템

- 뉴스 시작과 함께 꼭지 편집(Pipeline + Final Cut Pro N.L.E) [그림 11]
- 꼭지 편집 후 트랜스코딩 Job 수행 (MPEG-2 Long GOP 9Mbps급 압축영상)
- Pipeline Network Video Capture & Editing: SD모델 엔코더는 DV25, DVCPRO25, IMX, ProRes-422, MPEG-2 I-frame 포맷을 HD모델 엔코더는 DNxHD, DVCPRO HD, ProRes 422 HQ formats 포맷이 추가된다.

G20 Live News가 시작되기 전에 스케줄을 적용하고 엔코딩이 시작되면 Final Cut Pro의 타임라인에 드래그 앤 드롭으로 올려 놓는다. Live 엔코딩과 동시에 마커기능을 이용한 편집과 Quicktime MOV로 Export한다. MOV는 트랜스코더의 Watching Folder(Job2)로 이동되고 MPEG-2 Long GOP 9Mbps급의 표준 압축 영상으로 빠르게 변환되고 파일서버로 업로드 된다.



[그림 11] Pipeline과 Final Cut Pro N.L.E를 이용한 실시간 편집



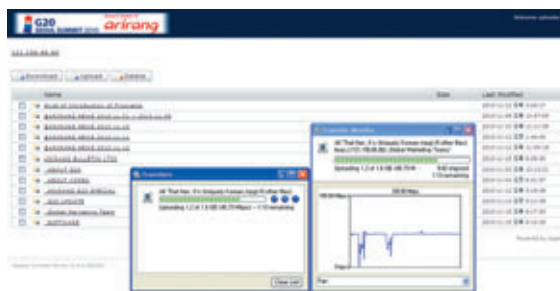
4) 표준 압축 영상인 MPEG-2 Long GOP로 변환을 위한 신속한 Transcoder

- Anystream Agility Transcoder를 채택하였으며 8Core CPU에서 동시 6개의 작업을 무리없이 수행하였으며 작업별로 Watching Folder를 분리하여 업무별로 편리하게 Job을 처리할 수 있도록 구성하였다.

Job1	Job2	Job3	Job4
GXF → MPG	MOV → MPG	MXF → MOV	MXF → MPG

5) fasp 프로토콜을 이용한 'High-speed file transfer' 시스템

- 전통적인 FTP 사용의 단점을 해소한 안정성과 뛰어난 속도의 fasp 프로토콜
 - 높은 효율성을 가진 fasp 전송기술
 - 웹브라우저 Plug-in으로 손쉬운 설치와 업로드/다운로드
 - 자동 재연결을 통한 전송의 안정성
 - 관리자에 의한 전송 모니터링 및 Target 전송을 제어
 - Target 전송율을 고정하는 Fixed mode와 Bandwidth의 1/n로 나눠 쓰는 Pair mode
 - 방화벽을 통한 보안정책(TCP 22, UDP 33001)
- Windows, OS X PPC, OS X Intel, Linux 등의 O.S 지원
- I.E 6 이상, Safari 3 이상(32, 64-bit), Firefox 2.x 이상, Chrome 등의 웹브라우저 지원



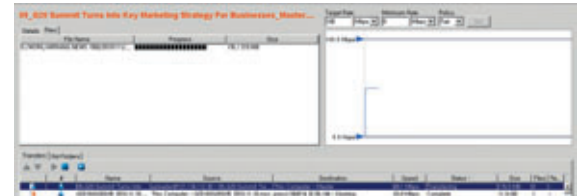
[그림 12] Client의 Upload Transfer Monitor

참고 문헌

- 텀즈 코리아, <http://www.terms.co.kr>
- 인솔시스, <http://www.insolsys.co.kr>
- Asperasoft, <http://www.asperasoft.com>
- Network Times, <http://www.datanet.co.kr>

6) 'High-speed file transfer' Management Monitor 시스템

- 아리랑 QoS에서 50Mbps 정책으로 KT IDC 서버까지 안정적인 업로드 진행 상태



[그림 13] Server로 Upload 되는 Transfer Management Monitor

- 러시아에서 45Mbps로 안정적인 다운로드가 진행되는 중에 관리자가 Target Rate를 100Mbps로 조정한 후 96.3Mbps까지 다운로드 그래프가 올라가는 상태



[그림 14] 러시아에서 Download 받는 Transfer Management Monitor

- 해외에서의 다운로드 속도(국가별, 지역별 인터넷 망의 속도에 따라 다름)
 - 미국(18Mbps), 하와이(6Mbps), 카자흐스탄(1Mbps), 키르기스 공화국(30Mbps), 태국(17Mbps), 홍콩(50Mbps), 브라질(40Mbps), 루마니아(45Mbps), 호주(2Mbps) 등의 속도를 나타냈다.

5. 결과

해외 현지 방송사 대상으로 새롭게 시도하였던 '고속 파일 전송 시스템'은 기존 파일 전송 시스템의 대안이 될 수 있는 신기술 도약의 결과로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 SAN과 NAS에서 네트워크 파일 기반 제작 시스템의 속도를 개선하고 접근성이 용이한 보안 알고리즘 개발과 방송 장비와 연동 등의 연구를 통하여 차세대 전송 프로토콜로 자리 잡게 될 것을 기대해 본다. '2010 G20 서울 정상 회의'를 함께하신 모든 분들 수고 많으셨습니다.