

**ИЗГРАЖДАНЕ И КОНФИГУРИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ  
НА ТЕЛЕВИЗИОННИ КАНАЛИ****Панайотис Когкас<sup>1</sup>, Станимир Садинов<sup>2</sup>, Сейхан Садък<sup>2</sup>, Михаил Маламатудис<sup>1</sup>,  
Християн Христов<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Международен Елински Университет – Кавала, Гърция<sup>2</sup>Технически Университет – Габрово, България**BUILDING AND CONFIGURATION OF A PLAYOUT MULTIVIEWER  
MONITORING SYSTEM****Panagiotis Kogias<sup>1</sup>, Stanimir Sadinov<sup>2</sup>, Seyhan Sadak<sup>2</sup>, Michail Malamatoudis<sup>1</sup>,  
Hristian Hristov<sup>2</sup>**<sup>1</sup>International Hellenic University – Kavala Campus, Greece<sup>2</sup>Technical University of Gabrovo, Bulgaria**Abstract**

The article presents an example project of a system for monitoring of 24 digital TV channels. At the beginning, there are described the signals used and their certified standards and protocols - SMPTE 292 (HD-SDI), RFC768 (UDP), SRT (open source protocol). The necessary environment and infrastructure for project implementation are considered. The architecture of the infrastructure of two different environments for propagation of the used signals is presented and the conditions and factors taken into account in the design and the way of building the system as well as the choice of its main components are considered.

**Keywords:** Signals SDI, ASI, UDP, SRT, model for monitoring linear TV channels, command center.**ВЪВЕДЕНИЕ**

Нуждата от следене на голям брой видео сигнали, идващи от различни източници в сателитните центрове за управление и пренос на сигнали (Transmission headend monitoring facilities), контролните зали в централите за излъчване (Master control rooms), подвижните телевизионни станции (DSNG ON VAN) и продукционните апарати (Production control rooms) е накарало индустрията да разработи многокомпонентна технология наречена Система за мониторинг (Multiviewer Monitoring System).

Основното предназначение на системата е да консолидира множество видео сигнали от различни входове и да ги покаже на един изход, който може да бъде монитор, STB приемник или транспортен стрийм за на-

блюдение с различни софтуерни приложения. Друго основно предназначение е визуалното следене на съответния видеосигнал на входовете, което служи за превключвания при живи предавания, установяване на проблеми с картината, проверки за отпадане на сигнал.

Системата също дава възможност на наблюдаващия оператор да следи различни показатели в параметрите на входящите сигнали и да бъде уведомяван за отклонение в зададените параметри за наблюдение. Възможна е и конфигурация на различен тип аларми при промяна на параметрите за наблюдение, които да бъдат пращани автоматично на отговорните за входящите сигнали технически лица.

## СИГНАЛИ И СТАНДАРТИ

С развитието на нов тип протоколи в стрийминг технологията като SRT (Secure Reliable Transport) вече е възможно дистанционно наблюдение на изхода от системата за мониторинг през публичен интернет на криптиран изходен стрийм с високо качество на видеото. От бизнес гледна точка това позволява на мултимедийни компании излъчващи телевизионни канали в различни държави и ползващи множество дейта-центрове за колокация, да имат един централизиран екип и едно съоръжение за наблюдение на каналите си, като само инсталират и настроят системата за мониторинг в съответния дейта-център.

В изграждането на конкретната система за мониторинг именно SRT протокола използван за изходния сигнал играе ключова роля при проектирането, при избирането на оборудване и софтуер и при начина на конфигурация.

Разпространението на изходния сигнал през публичен интернет е важен икономически фактор в проекта, понеже спестява наем на оптично трасе и човешки ресурс от страна на дейта-центъра в който е разположена системата за наблюдение.

Стандартът SMPTE 292 поддържа 1.5Gbit/s интерфейс. Определени са два точни бит-рейти; 1.485Gbit/s и 1.485/1.001Gbit/s. Коефициентът 1/1.001 е осигурен, за да позволи SMPTE 292 да поддържа видео формати с честота на кадрите от 59,94Hz, 29,97Hz и 23,98Hz, за да бъде съвместим със съществуващите NTSC системи. Версията на стандарта 1.485 Gbit/s поддържа други честоти на кадрите в по-широко приложение, включително 60Hz, 50Hz, 30Hz, 25Hz и 24Hz.

Стандартът също така определя номинални бит-рейти от 3Gbit / s за 50/60 кадъра в секунда 1080p приложения. Тази версия на интерфейса не се използва (и не е реализирана в търговската мрежа); вместо това се използва или разширение с двойна връзка на SMPTE 292M, известно като SMPTE 372, или версия, която работи два пъти по-бързо, известна като SMPTE 424, за 1080p/60 приложения.

Версията на стандарта 1.485Gbit поддържаща честота на кадрите 50Hz е описана и

утвърдена от Европейският съюз за радио и телевизия (European Broadcasting Union-EBU) в документа EBU-TECH 3299. Този документ уточнява основните формати на изображенията и цифровите системи в Телевизията с висока разделителна способност (High-definition television - HDTV) в европейската 50Hz среда и признава четири HDTV формата наречени системи за Европа:

- Система 1 (S1) с 1280 хоризонтални и 720 вертикални активни линии в прогресивно сканиране с честота на кадрите от 50Hz, съотношение на страните 16:9. Съкратено 720p/50.
- Система 2 (S2) с 1920 хоризонтални и 1080 вертикални активни линии в презредово сканиране с честота на кадрите от 25Hz, съотношение на страните 16:9. Съкратено 1080i /25.
- Система 3 (S3) с 1920 хоризонтални и 1080 вертикални активни линии в прогресивно сканиране с честота на кадрите от 25Hz, съотношение на страните 16: 9. Съкратено 1080p/25.
- Система 4 (S4) с 1920 хоризонтални и 1080 вертикални активни линии в прогресивно сканиране с честота на кадрите от 50Hz, съотношение на страните 16: 9. Съкратено 1080p / 50.

За разлика от описания горе SDI стандарт, който се използва предимно в телевизионната индустрия и в по специфична среда и съоръжения, UDP принадлежи към новата среда за разпространение на сигнали в компютърни мрежи, базирана на TCP/IP интернет протоколите.

SRT стрийминг технологията има 3 основни предимства:

- Високо начално и крайно качество на картината поради механизма за защита се от трептене, загуба на пакети и колебание на честотната лента.
- Ниска латентност (забавяне), (low latency) - конфигурируемо управление на транспортните потоци, позволяващо преодоляване на мрежовите предизвикателства.
- Високо ниво на защита - 128/256 битово AES криптиране от край до край, което гарантира, че съдържание е защитено по време на разпространението.

SRT стрийминг технологията е успяла да оптимизира поточната производителност в непредсказуеми мрежи, като Интернет, чрез динамично адаптиране към условията в реално време на мрежата между транспортните крайни точки. Това помага да се минимизират ефектите от трептене и промените в честотната лента, докато механизмите за коригиране на грешки помагат да се сведе до минимум загубата на пакети. SRT използва технология за повторно предаване, известна като адаптивно повтаряща се заявка (Adaptive Repeat request - ARQ). ARQ е оптималният метод за справяне с най-често срещаните грешки при предаване на видео и аудио данни по Интернет, като случайни прекъсвания на загубени пакети.

## ПРОЕКТИРАНЕ, ИЗБОР НА КОМПОНЕНТИ НА СИСТЕМАТА И КОНФИГУРИРАНЕ

При проектирането и изграждането на такъв тип мониторинг система няма точно установени методи и похвати. Вземат се предвид множество особености и фактори като типа източник на сигнал, броя на входните сигнали, параметрите за мониторинг, средите за разпространение разгледани в предишната глава, вида на изходния сигнал, устройствата за приемането на сигнала в крайната точка, налични ресурси, организацията на наблюдението и т.н.

В текущия проект първо трябваше да бъде съобразено че входните сигнали са два различни вида, идващи от две различни среди. Това са множество SDI и UDP сигнали, които трябва да бъдат канализирани на вход. За тази цел трябваше да се направи проучване за подходящи устройства, входни карти, хардуер и софтуер, които да поддържат интерфейсите на входящите сигнали, да имат достатъчно капацитет и ресурси за 24 телевизионни канала, да поддържат протоколите и стандартите на ниво софтуер.

Друга важна задача свързана с избора на софтуерно приложение за мониторинг е възможността за анализ на входящия сигнала по определени параметри, алармите и опциите за уведомяване при проблеми в следените параметри или отпадане на сигнал.

Не на последно място и може би най-съществено и важно при избора на софтуер в

проекта е факта че, мониторинг системата трябва да бъде разположена в дейта-центъра, който дистрибутира входящите сигнали, докато изходния сигнал трябва да бъде получен в друга географска локация в център за наблюдение. Обичайната практика в такива случаи е наем на оптични линии, но имайки предвид факта че вече съществува разгледаният по-горе SRT протокол за доставка на висококачествен видео стрийм с ниска латентност през публичен Интернет в проучването трябваше да се включи софтуерно приложение поддържащо SRT протокола на изход. Това би позволило да се ползва вече съществуващата Интернет свързаност в съответния дейта-център, без да е нужен наем на отделно оптично трасе, което прави изпълнението на проекта значително по-евтино.

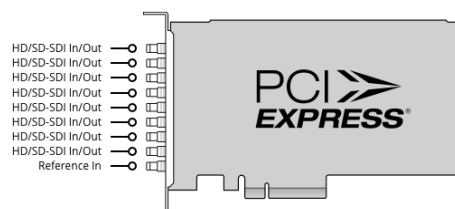
В резултат на анализи и проучвания по горните критерии, бяха избрани три основни компонента от мониторинг системата:

- Карта за входящите SDI сигнали – DeckLink Quad 2 - Фиг.1.



Фиг. 1. Външен вид на видеокарта DeckLink Quad 2

При този модел са възможни осем конфигурируеми двупосочни вход/изходи (фиг. 2) поддържащи 12-bit SD/HD сигнал.



Фиг. 2. Входно-изходни mini BNC интерфейси

Картата поддържа SMPTE 292M стандарта, както и сигнала описан в система 2 (S2) в EBU – ТЕСН 3299 - 1920 хоризонтални и 1080 вертикални активни линии в презредово сканиране с честота на кадрите

от 25Hz, съотношение на страните 16: 9, съкратено 1080i /25.

▪ Сървър Dell Precision 7920 Rack (фиг. 3) – този модел сървър беше избран по спецификация, поради наличието на следните компоненти:

- Достатъчно PCI-express шини за монтаж на SDI карти (фиг. 4);
- Четири вградени мрежови адаптера (NIC) (фиг. 5);
- Допълнителни GPU карти за акселерация на UDP сигнали (фиг. 6);
- Два процесора от последно поколение Intel Xeon (фиг. 7).



Фиг.3. Преден панел Dell Precision 7920 Rack



Фиг. 4. PCI-express шини 4,8,16 ленти



Фиг. 5. Вградени на дънната платка NIC адаптери



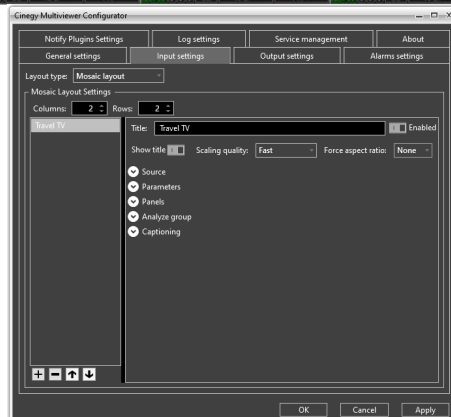
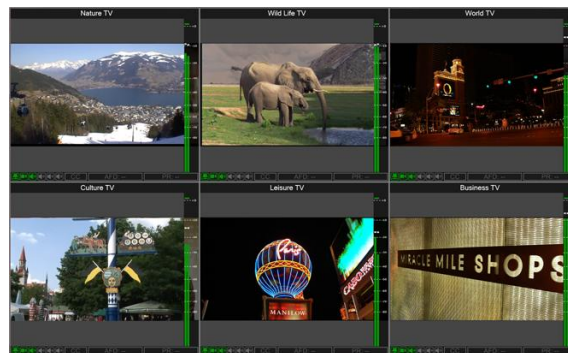
Фиг. 6. GPU карта Nvidia Quadro с Display port изход



Фиг. 7. Процесори Intel Xeon 6244

Софтуерно приложение - Cinegy multiviewer (фиг. 8). Този софтуер беше избран поради следните причини:

- Поддръжка на SDI сигнал на вход през Decklink Quad 2 SDI карта.
- Поддръжка на UDP стрийм на вход през вградените NIC карти.
- Поддържа GPU акселерация през наличните в сървъра GPU карти.
- Възможност за конфигурация на голям брой входно-изходни сигнали.
- Богат набор от опции за анализ и визуално следене на сигнала.
- Голям брой опции за алармиране при нарушени параметри на сигнала.
- Поддръжка на SRT протокол за изходящия сигнал.



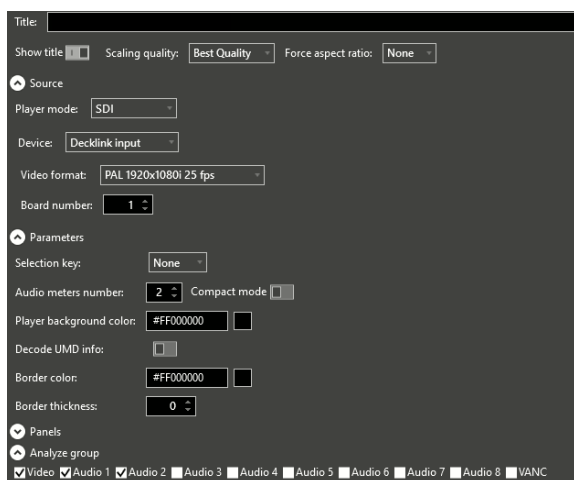
Фиг. 8. Cinegy multiviewer изходен прозорец към монитор и конфигурационна страница

Раздел Input setting е важен от гледна точка на това, че в него се определят не само настройките на входящите сигнали, но и колко прозореца от входящите сигнали има в изхода (Mosaic layout settings), дали да се ползва GPU картата за декодиране на входящия сигнал (GPU decoding), каква информация да се показва във всеки прозорец (фиг. 9 – Panels), кой компонент на сигнала да бъде анализиран и показан на изхода (Analyze group).



Фиг. 9. Panels – примерен изглед от единичен прозорец на входен сигнал

При конфигурацията на SDI входовете трябваше да се обърне внимание на това кой канал към кой вход е свързан, понеже от интерфейса на приложението се избира само тип входно устройство и номер SDI вход на картата (фиг. 10), след което за всички осем SDI входа беше избран входен видео формат PAL 1920x1080i 25fps.



Фиг. 10. Конфигурацията на SDI

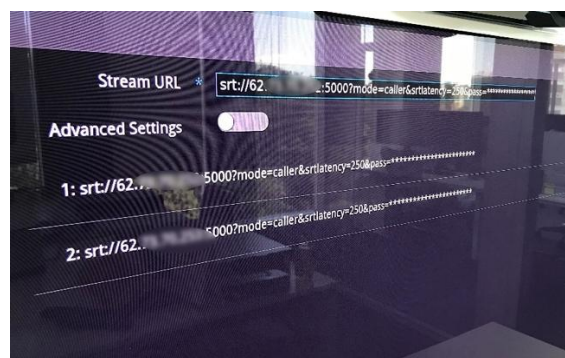
Финалната стъпка в конфигурацията на приложението беше настройката на изхода. Той също бе обозначен под MPEG-TS, като имаше опции за избор между различни видове стрийм протоколи - UDP, RTP, SRT. След избор на SRT, трябваше да бъде из-

бран режима на работа. SRT изхода може да действа в два режима: режим повикване (caller) или наречен още активен и режим слушане (listener) или пасивен, различаващи се съществено по IP адреса в URL адреса.

В режим на повикване, началното или крайното устройство действа като инициатор на SRT връзка. Устройството на получателя трябва да знае публичния IP адрес и номер на порта на инициатора. URL адресът на получателя в режим на повикване трябва да съдържа конкретния адрес на източникът на SRT пакетите - srt://10.186.3.41: 5000. Така приложението на получателя, което получава потока, ще достигне до посочения адрес и ще поиска да се изпрати SRT поток.

След избора на режим за SRT изхода, бяха настроени и аудио/видео параметрите в SRT потока – 10Mb/s видео битрейт в H.264 компресия и 192 kbit/s MPEG аудио (Video format/compression), като отново беше избрана хардуерната GPU акселерацията от Nvidia картата за енкодинг на изходния видео сигнал (Video encoder).

След това беше настроен уеб адреса и порта за входящия SRT стрийм (фиг. 11), както и режим на повикване от STB устройството към софтуерното приложение в сървъра в дейта-центъра, което както отбелязахме по-горе беше настроено в режим на слушане.



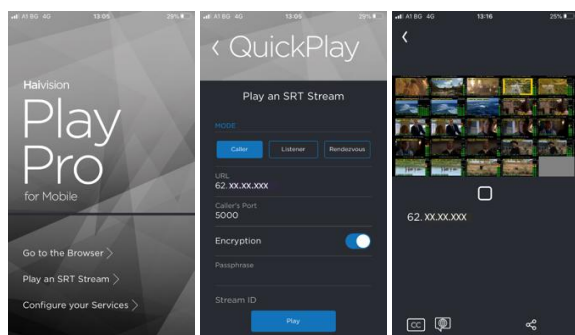
Фиг. 11. Меню за настройка на входящ сигнал Haivision Play 4000

След тези настройки стрийма беше стартиран и се показва на монитора (фиг. 12), което доказва че крайният резултат е постигнат и конфигурациите и настройките на всички приложения и устройства по веригата са правилни.



**Фиг. 12.** Външен вид на получавания стрийм

За да се уверим изцяло във възможностите на протокола и да си докажем че действително работи през публичен интернет, решихме да го тестваме през 4G мрежа на мобилен оператор. За тази цел ползвахме приложение за iOS от Apple Store на Haivision наречено Play Pro.



**Фиг. 13.** Haivision Play Pro

В Play Pro приложението също бяха настроени стрийм URL-а, порта и режима на работа, след което стрийма беше стартиран и възпроизведен на мобилен телефон (фиг. 14).



**Фиг. 14.** Външен вид на получените телевизионни програми на мобилен телефон

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изключително бързия темп на развитие на телекомуникационните услуги, настъпването на пазара на все повече стрийминг платформи, заедно с появата на все по-мощни мобилни устройства поддържащи висококачествено видео с високи резолюции, водят до подобрения в мрежовите и безжичните технологии, които с увеличаване на честотната лента предоставят все по-високо скоростна и стабилна интернет връзка.

В заключение може да се обобщи, че качеството на видеото и плавното възпроизвеждане наблюдавано визуално при теста, доказва че SRT протокола стриймва без очевидно забавяне и никакви прекъсвания H.264 Full HD видео с битрейт от 10 мегабита (Mb/s) през 4G мрежа, което прави изпълнението на текущия проект успешно.

## БЛАГОДАРНОСТ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Разработка и изследване на иновативни информационно-базирани модули и системи за комуникации в Интернет на нещата (IoT)“, договор 1910E/2020 г. към УЦНИТ при Технически университет – Габрово.

## REFERENCE

- [1] EBU-TECH 3299, EBU.UER, Geneva, January 2010.
- [2] “Ethernet Part I: Networking | Lantronix”, Lantronix.com, USA 2020.
- [3] “IEEE 802.3ab, ae, u”, IEEE, USA.
- [4] “Introduction to HD-SDI, 3G-SDI, 6G-SDI, 12G-SDI and 24G-SDI | Optcore.net, USA 2018.
- [5] “Networking: What You Need to Know”, Cisco Systems Inc., USA, 2019
- [6] “Network Cable Connectors Types and Specifications”, ComputerNetworkingNotes.com, USA 2015.
- [7] Postel, J., "User Datagram Protocol", STD 6, RFC 768, DOI 10.17487/RFC0768, USA 1980
- [8] Socolofsky, T. and C. Kale, "TCP/IP tutorial", RFC 1180, DOI 10.17487/RFC1180, USA 1991.
- [9] Sharabayko, M., “The SRT Protocol”, Haivision Network Video, GmbH, USA 2020.
- [10] ST 292-1:2018, SMPTE, USA.