

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ 802.11 WIFI ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ЗА УДАЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Введение

В настоящее время достаточно часто возникает задача организации видеонаблюдения за удаленными объектами на значительном расстоянии, например за торговыми складами, производственными помещениями. При наличии на наблюдаемом объекте технических условий для подключения к сети Интернет, например подключения к провайдеру широкополосного доступа или оператору сотовой связи 3G, подобную задачу можно решить при помощи организации VPN-туннеля к наблюдаемому объекту. В случае отсутствия таких технических условий альтернативой может стать использование технологии IEEE 802.11 wifi для организации канала связи к удаленному объекту.

Удаленное видеонаблюдение является одной из разновидностей услуги IPTV (Internet Protocol Television) и предъявляет такие же требования к каналу связи, как и традиционные услуги IPTV. В статье представлены результаты экспериментальных исследований характеристик канала связи, организованного с использованием беспроводного оборудования стандарта 802.11g и проведена оценка возможности использования такого канала для оказания услуг видеонаблюдения за удаленными объектами через сеть IP.

Описание эксперимента

Экспериментальная сеть, схема которой представлена на рис. 1, состоит из двух генераторов трафика IxChariot Performance Endpoint, установленных на разных узлах сети, и анализатора трафика IxChariot Console, установленного на одном из узлов. Узлы сети соединены по беспроводному каналу через точки доступа EnGenius EOS-2610, представляющие собой оборудование для наружной установки со встроенной антенной с коэффициентом усиления 13 дБ и дистанционным питанием [1]. Для возможности изменять расстояние между узлами один из узлов был установлен в автомобиле.

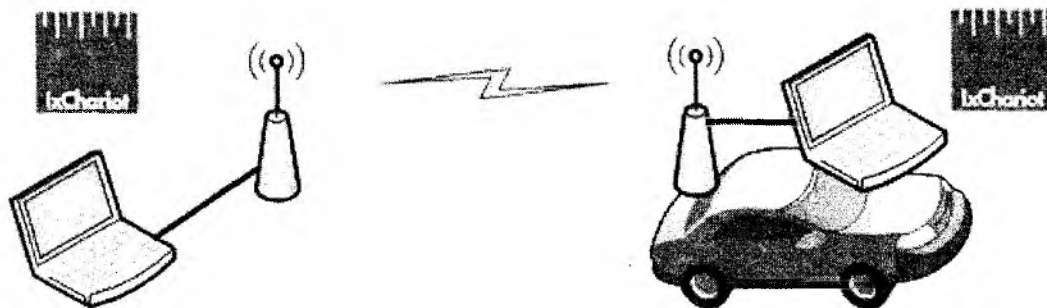


Рис. 1

В качестве места проведения эксперимента был выбран мемориал "Высота Конева" под Харьковом (координаты установки первой точки доступа 50° 0'41.11"N, 36° 2'40.43"E). Условие соблюдения прямой видимости выполняется в любом направлении. В каждой точке остановки автомобиля измерялись следующие параметры:

- Расстояние до первой точки доступа (по GPS)
- Уровень сигнала (по результатам, выдаваемым самой точкой доступа)
- Пропускная способность TCP-соединения (IxChariot)
- Параметры качества обслуживания при передаче мультимедийного RTP-потока интенсивностью 8 мбит/с и 1 мбит/с, такие, как средняя задержка пакетов, джиттер, процент потерянных пакетов. (IxChariot).

Результаты экспериментальных исследований

График изменения пропускной способности канала при передаче TCP трафика при расстоянии между точками 7900 м представлен на рис. 2

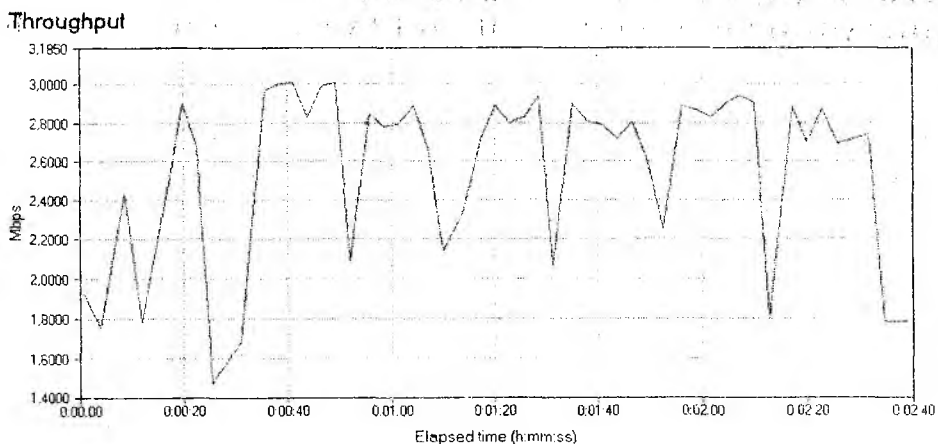


Рис. 2

График изменения пропускной способности канала при передаче RTP-потока интенсивностью 1 Мбит/с при расстоянии между точками 7900 м представлен на рис. 3.

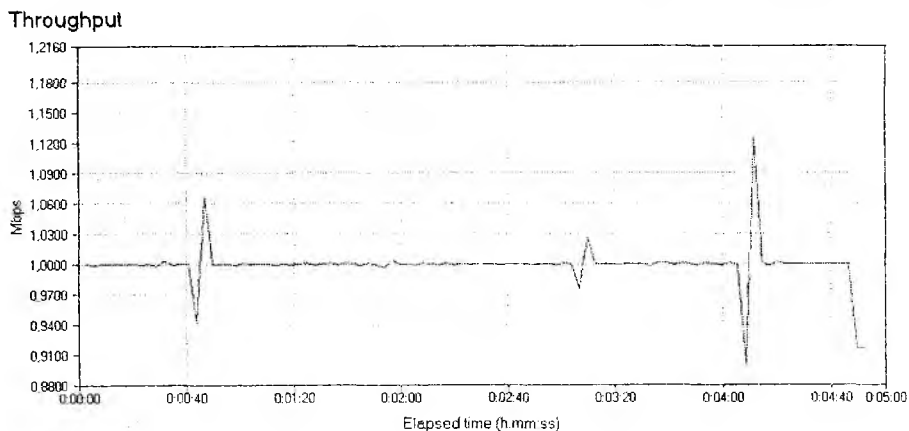


Рис. 3

График изменения однопутевой задержки в канале при передаче RTP-потока интенсивностью 1 Мбит/с при расстоянии между точками 7900 м представлен на рис. 4.

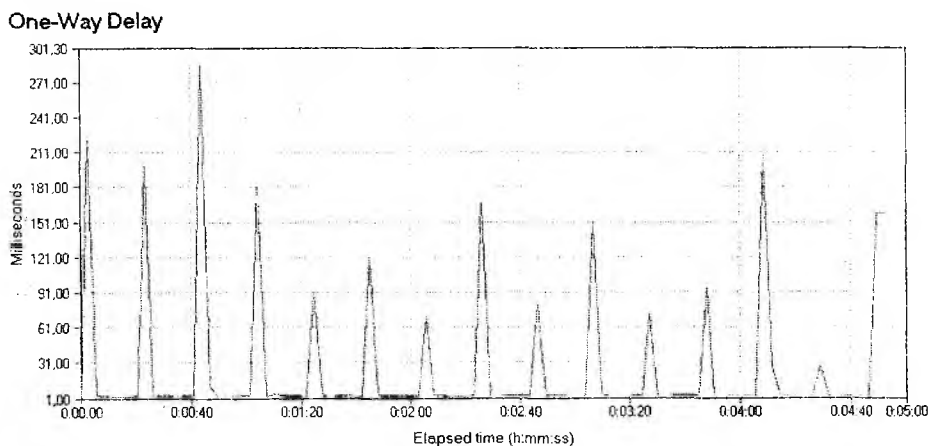


Рис. 4

Результаты экспериментальных исследований при передаче TCP-трафика на максимальной скорости представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расстояние, м	Уровень сигнала, дБм	Пропускная способность, Мбит/с		
		минимальная	максимальная	средняя
10	-30	22,29	24,74	22,83
490	-51	21,97	22,35	22,15
920	-59	21,81	22,32	22,03
1360	-76	18,63	19,86	19,16
5600	-82	10,97	14,34	12,24
7900	-87	1,47	3,01	2,51

Результаты экспериментальных исследований при передаче UDP/RTP потока с интенсивностью 8 Мбит/с представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расстояние, м	Уровень сигнала, дБм	Параметры качества обслуживания			
		Пропускная способность, Мбит/с	Задержка, мс	Джиттер (максимальный/средний), мс	Вероятность потери пакетов, %
10	-30	7,995	1	8/3,4	0,024
490	-51	7,997	1	10/3,7	0,012
920	-59	7,997	1,5	9/3,5	0
1360	-76	7,998	2	7/3	0
5600	-82	7,986	3	10/4	0,012
7900	-87	3,150	708	390/42	58

На расстоянии 7900 м были также проведены измерения показателей качества обслуживания при передаче RTP потока интенсивностью 2 и 1 Мбит/с, в результате получены следующие результаты: для потока интенсивностью 2 Мбит/с.

Расчет требуемых показателей качества обслуживания для видеопотока с заданными параметрами

Для определения возможности использовать ту или иную технологию для организации удаленного видеонаблюдения необходимо сопоставить показатели качества обслуживания, обеспечиваемые каналом связи, с показателями, требуемыми для передачи видеоизображения заданного качества. Ниже предлагается методика оценки требуемой пропускной способности канала для видеопотока с заданными параметрами.

Пропускную способность канала связи можно определить из выражения

$$BW = x \cdot y \cdot z \cdot f \cdot k_c \cdot k_t, \quad (1)$$

где x – разрешение кадра по горизонтали, пикс; y – разрешение кадра по вертикали, пикс; z – глубина цвета, бит; f – частота кадров, кадр/с; k_c – коэффициент сжатия кодека, зависящий от типа кодека, сложности и подвижности изображения; k_t – коэффициент избыточности, вносимый используемым стекком протоколов.

Значение k_c для кодека Motion JPEG определяется выражением

$$k_c = \frac{p}{c}, \quad (2)$$

где c – коэффициент сжатия кодека в зависимости от качества итогового изображения, значения представлены в табл. 3; p – коэффициент, зависящий от сложности исходного изображения, значения p представлены в табл. 4.

Таблица 3

Параметр сжатия изображения	Коэффициент сжатия, c
1 – максимально возможное качество	10,57
10 – высокое качество	19,26
20 – хорошее качество	23,84
30 – среднее качество	28,09
40 – качество ниже среднего	32
50 – низкое качество	35,11
70 – плохое качество	45,35
90 – очень плохое качество	58,46

Таблица 4

Параметр сложности изображения	Коэффициент сложности, p
Низкая сложность, простой фон	0,8
Средняя сложность кадра	1
Сложный кадр, много объектов в кадре	1,2
Высокая сложность кадра, большое количество мелких объектов, сложный контрастный фон	1,35

Значение k_c для кодеков MPEG4 и H.264 определяется выражением

$$k_c = \frac{p \cdot m}{c}, \quad (3)$$

где c – коэффициент сжатия кодека в зависимости от качества итогового изображения, для кодека H.264 значения представлены в табл. 5, для кодека MPEG4 значения представлены в табл. 6; p – коэффициент, зависящий от сложности исходного изображения, значения p представлены в табл. 4; m – коэффициент, зависящий от динамики изменения кадра, значения представлены в табл. 7.

Таблица 5

Параметр сжатия изображения	коэффициент сжатия, c
10 – высокое качество	203
20 – хорошее качество	265
30 – среднее качество	322
50 – низкое качество	304

Таблица 6

Параметр сжатия изображения	Коэффициент сжатия, c
10 – высокое качество	73
20 – хорошее качество	95
30 – среднее качество	116
50 – низкое качество	158
70 – плохое качество	212
90 – очень плохое качество	287

Таблица 7

Подвижность объектов в кадре	Коэффициент подвижности, m
100% – постоянная	2
80% – активная	1,6
60% – высокая	1,2
50% – средняя	1
40% – умеренная	0,8
30% – низкая	0,6
20% – очень низкая	0,4

Значение коэффициента k_i зависит от используемого стека протоколов, значения представлены в табл. 8.

Таблица 8

Используемый стек протоколов	k_i
IP/UDP/RTP	1,04
IP/TCP/HTTP	1,06

Выводы

Для систем удаленного видеонаблюдения, использующих стек протоколов TCP/IP значение однопутевой задержки пакетов не должно превышать 250 мс. [2]. Для исследованного канала связи данное условие выполняется при интенсивности видеопотока не большей, чем пропускная способность канала (табл. 2).

Например, для одной камеры с разрешением 640x480 пикселей, глубиной цвета 24 бит, скоростью съемки 10 кадров в секунду, низкой сложностью изображения и высокой подвижностью объектов в кадре при использовании кодека MPEG4 с хорошим качеством изображения при передаче по протоколу RTP получаются следующие результаты:

$$BW = 640 \cdot 480 \cdot 24 \cdot 10 \cdot \frac{0,8 \cdot 1,2}{95} \cdot 1,04 = 0,77 \text{ Мбит/с.}$$

На расстоянии между узлами сети 7900 м сеть удовлетворяет требованиям качества обслуживания при суммарной интенсивности видеопотока не более 3,1 Мбит/с, что позволяет организовать до четырех одновременных видеопотоков с камер с заданными параметрами.

Список литературы: 1. <http://www.engeniustech.com/datacom/products/details.aspx?id=246>. 2. Jinyun Zhang, Yige Wang, Bo Rong, QoS/QoE Techniques for IPTV Transmissions.

Харьковский национальный
университет радиоэлектроники

Поступила в редколлегию 07.09.2009