

УДК 621.327:681.5

А.А. Красноруцкий,
И.Е. Рогоза

ОБОСНОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ СТОРОН ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В статье обосновываются пути модернизации системы принятия и поддержки решений. Формулируются требования относительно характеристик организации связи и доведения информации с учетом психофизических особенностей восприятия и анализа информации лицом, принимающим решение.

Ключевые слова: система принятия решений, видеоинформация, психофизические особенности восприятия.

У статті обґрунтовуються шляхи модернізації системи прийняття і підтримки рішень. Формулюються вимоги щодо характеристик організації зв'язку і доведення інформації з урахуванням психофізичних особливостей сприйняття і аналізу інформації особою, що ухвалює рішення.

Ключові слова: система прийняття рішень, відеоінформація, психофізичні особливості сприйняття.

Ways of modernization of the system of an acceptance and support of the decisions are substantiated. Several requirements for the features of an organization of information circulation taking into account the physical features of an individual information perception are formulated .

Keywords: system of making a decision, video information.

На территории Украины сосредоточены стратегические объекты, крупные высокотехнологичные производства, имеющие сложную, географически распределенную структуру и большое количество подразделений, связанных между собой как централизованным, так и децентрализованным способом. В то же время участилось количество техногенных происшествий, вызванных человеческим фактором, износом оборудования и неэффективностью системы управления. Все это требует проведения качественной модернизации в первую очередь системы управления. В процессе чего требуется обеспечить выполнение условий непрерывности, оперативности, достоверности и надежности управления.

Как правило, принятие решения осуществляется оператором (руководителем, ЛПР). Поэтому необходимо учитывать психофизиологические особенности восприятия, обработки и анализа информации, а также влияние качества информации на оперативность и безошибочность принятия решений. В системе поддержки и принятия решений (СППР) относительно процессов обработки, передачи и анализа информации предъявляются следующие основные требования, к которым относится обеспечение [1–3]: требуемого времени поиска и доставки

данных; высокой надежности процессов обработки; заданной достоверности передаваемой и получаемой информации; осуществления обмена информацией между различными пользователями и уровнями принятия решений; подготовки для максимальной автоматизации процессов сбора, обработки, передачи и анализа информации для принятия решений; уменьшения финансовых и энергетических затрат на создание и поддержание в функциональном состоянии СППР, снижении стоимости единицы получаемого информационного ресурса.

Для организации обмена разнородной информацией телекоммуникационная сеть строится по мультисервисному принципу. Среди предоставляемых услуг наибольшее значение приобретает видеоинформационное обеспечение. Источниками видеоинформации могут выступать удаленные видеодатчики (сенсоры), хранилища на серверах, другие абоненты. Соответственно видеоинформация поступает как в режиме on-line так и в режиме off-line.

Поэтому *цель статьи* заключается в необходимости обосновать проблемные стороны, возникающие в процессе видеоинформационного обеспечения систем поддержки и принятия решений.

Особенности видеоинформационного обеспечения в системе поддержки и принятия решений

Широко используемыми сервисами являются видеоконференцсвязь для проводных стационарных и беспроводных мобильных ТКТ, системы видеонаблюдения, сенсорные сети. Преимущества видеоинформационного обеспечения заключаются в предоставлении ЛПР наиболее полной и наглядной информации в форме удобной для анализа и принятия решений [3–5].

В общем случае в независимости от способа формирования изображений, битовый объем V последовательности кадров определяется по формуле

$$V = f_k M N d \text{ (бит)}, \quad (1)$$

где $M \times N$ – соответственно количество строк и столбцов в одном кадре; f_k – количество кадров формируемых в секунду (частота кадров); d – количество бит на один элемент изображения (глубина оцифровки).

Характеристики видеоинформационных потоков, соответствующих различным форматам видеоизображений, приведены в табл. 1 [3–4].

Таблица 1

Уровни качества изображений видеопотока

Качественные уровни цветного телевидения	Количество строк	Разрешение по вертикали, пикселей	Частота кадров/сек	Средняя скорость несжатой видеоинформации (Мбит/сек)
Формат CIF	320–352	240–288	до 15; до 30	33–66
Нормальный (SD)	640–720	480–576	24–30	252
Повышенный (ED)	720	480–576	50	500
Высокий (HD)	1280	720	50	1105
Продвинутый (Full HD)	1280–1920	720–1080	24–30; 50	1500; 2500

Откуда следует, что величина V может достигать порядка 10 Гбит/с. В последнее время наибольшее распространение получают форматы HD и Full HD. В этом случае размер кадра соответственно равен 1280x720 и 1920x1080, а частота изменяется от 30 кадров/с для систем с ограниченной пропускной способностью до 60 кадров/с – с относительно высокой пропускной способностью.

Для того, чтобы удовлетворить требованиям всех предоставляемых сервисов инфокоммуникационная система должна обладать следующими свойствами: обеспечить скорость видеoinформационного потока не ниже сотен Мбит/с; задержка сообщений при передаче от одного оконечного пункта к другому не должна превышать нескольких сотен или даже десятков миллисекунд.

В случае передачи видеoinформационных потоков, формируемых изображениями высокого разрешения (табл. 1), время доставки увеличивается на несколько порядков (рис. 1).

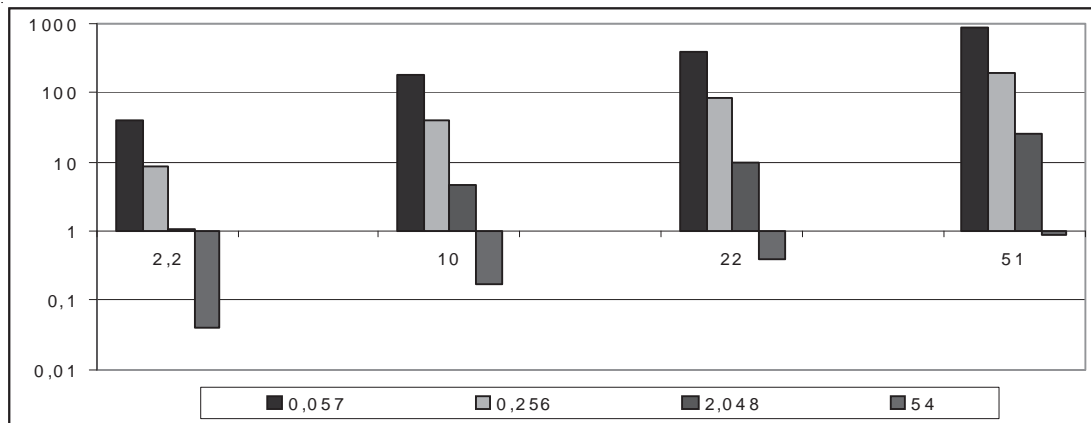


Рис. 1. Оценка времени передачи t_n в логарифмическом масштабе в зависимости от C_k и V

На рис. 1 приведены оценки времени передачи несжатых изображений. Время передачи достигает нескольких сотен секунд, в то время как требуемое время доставки одного кадра не должно превышать нескольких миллисекунд.

В связи с изложенным выше, можно заключить следующее:

- существующие технологии доставки видеoinформации как для транспортных сетей, так и для сетей доступа не обеспечивают время передачи в допустимых временных интервалах;
- существующие скорости передачи данных как минимум в десять раз ниже относительно требуемых скоростей передачи видеотрафика;
- необходимо организовать снижение объемов изображений, передаваемых по телекоммуникационным сетям в системах принятия и поддержки решений.

Анализ характеристик уменьшения объема видеоданных в инфокоммуникациях

Время передачи в основном зависит от пропускной способности C_k сети, и соответственно оценивается по формуле

$$t_n = V/C_k. \quad (2)$$

На суммарную пропускную способность ИКС оказывают влияние [1; 5]:

– разнотипність каналів зв'язи – от провідних каналів тональної частоти до оптоволоконних (ВОЛС) і супутникових;

– обмеженість числа каналів зв'язи між удаленими абонентами, по котрим необхідно забезпечити обмін даними, телефонну зв'язь, видеозв'язь, обмін факсимільними повідомленнями.

В випадку використання технологій компресії зображень їх об'єм буде зменшуватися на величину, рівну $V(1-\frac{1}{\eta})$. Тут в якості параметра η

використовується такий важливий показник технологій стиснення, як коефіцієнт компресії. Коефіцієнт стиснення η дорівнює відношенню початкового об'єму V до стисненого V_c .

Як показує аналіз прикладних областей використання технологій компресії, найбільше вплив на ступінь стиснення зображень викликає рівень спотворень. Основні спотворення вносяться на етапах перетворення кольорових моделей і попередньої обробки. Рівень спотворень залежить від психофізіологічних особливостей сприйняття зображень людиною, приймаючої рішення (ЛПР), і є однією з базових складових якості візуалізації інформації про реальні об'єкти.

Найвищий рівень візуалізації зображень в режимі втрати якості відповідає значенню ПОСШ, рівний 50 дБ. Умерений рівень візуалізації досягається для 27 дБ. Найвищі ступені стиснення досягаються для методів з втратою якості, т.е. для більш низьких значень ПОСШ. В той же час психофізіологічні особливості ЛПР допускають наявність обмежених втрат якості зображень. Нижній межовий рівень спотворень відповідає рівню ПОСШ рівного 27 дБ.

Оцінка характеристик технологій компресії з наявністю обмежених втрат якості по ступеню стиснення η в залежності від класу зображень наведено на рис. 2.

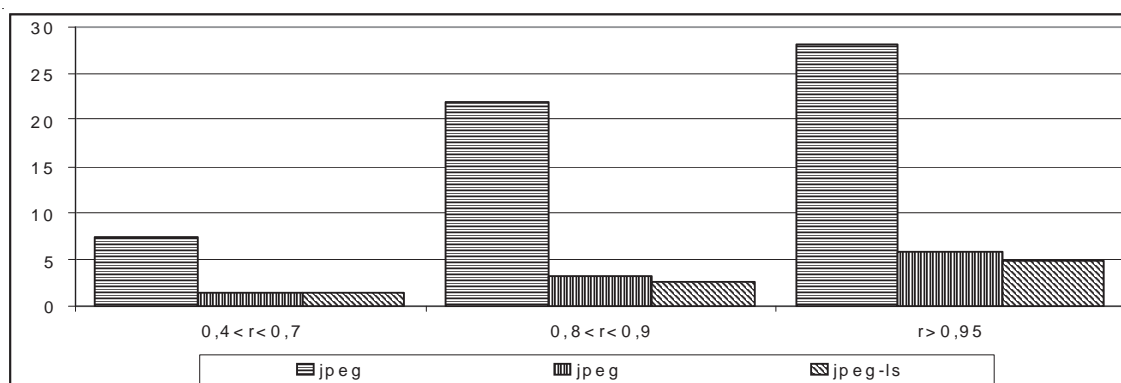


Рис. 2. Діаграми залежності η від ступеню когерентності зображень і ПОСШ

Аналіз діаграм на рис. 2 дозволяє зробити висновок, що в випадку обробки середнькогерентних зображень значення ступеню стиснення досягає 3 раз для 50 дБ і 20 раз для пікового відношення сигнал/шум 27 дБ. З однієї сторони це дозволяє знизити об'єми відеоданих і організувати передачу зображень нормального SD якості або зображень формату CIF по

высокоскоростным каналам связи ($C_k \geq 10$ Мбит/с) на небольшие расстояния, что показывается следующей формулой

$$t_{\Pi} = V / \eta C_k. \quad (4)$$

Однако с ростом размеров изображений как второй составляющей качества визуализации, предъявляемых со стороны видеоинформационных сервисов, до форматов HD и Full HD с частотой кадров превышающих 30 кадров/с данные степени сжатия оказываются недостаточными. В зависимости от доступной скорости передачи данных степень сжатия необходимо повысить в среднем на 10–50 %. Следовательно, необходимо обеспечить снижение объемов видеоданных с заданным уровнем искажений для их передачи в инфокоммуникационных сетях.

В тоже время повышение размеров изображений приводит к росту времени t_o на их обработку. В зависимости от вычислительных возможностей инфокоммуникационных систем время обработки может достигать для изображений форматов HD и Full HD от нескольких сотен миллисекунд до нескольких десятков секунд. В этом случае время обработки оказывается сравнимым со временем их передачи по каналам связи, т.е. $t_o \sim t_{\Pi}$. Суммарное время доставки t_d оценивается как $t_d = t_o + t_{\Pi}$ и будет увеличиваться не только за счет недостаточной степени сжатия, но и за счет повышения времени обработки.

Время обработки зависит как от быстродействия F_o вычислительных средств, так и от сложности алгоритмов реализации методов сжатия. Быстродействие вычислительных средств оценивается в основном количеством операций, которое выполняется в секунду. Сравнительная оценка известных методов компрессии по времени t_c на сжатие изображений рассматривается на рис. 3. Приведенные на рис. 3 диаграммы свидетельствуют о следующих результатах: временные затраты на обработку для существующих методов компрессии изображений HD качества достигают 0,07 сек. В тоже время с ростом размеров изображений и увеличения частоты кадров такие временные затраты оказываются недостаточными для обеспечения доставки видеoinформации в реальном времени.

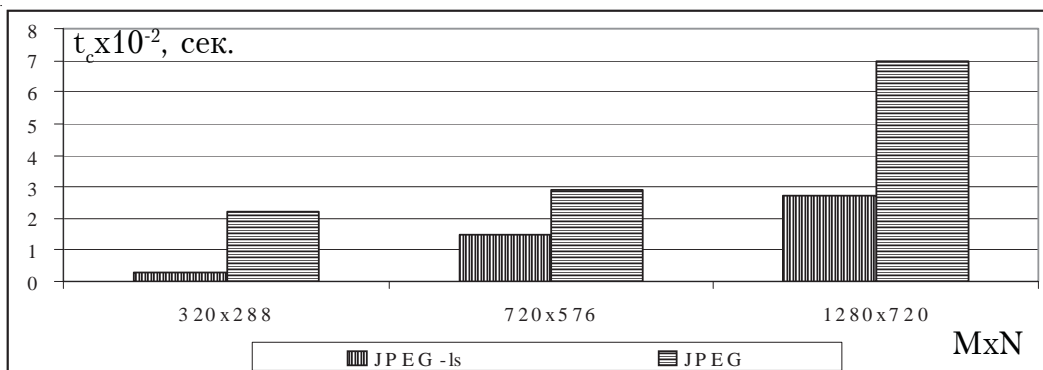


Рис. 3. Диаграмма зависимости величины t_c от размеров изображений

Отсюда можно сделать вывод относительно того, что существующие технологии компрессии изображений не обеспечивают требуемого уровня

сниження об'ємів відеоінформаційних потоків для заданих характеристик візуалізації отображаемых об'єктів.

Выводы

1. В зависимости от степени важности решаемых задач, а также исходя из психофизических особенностей восприятия и анализа информации ЛПР, время организации связи и доведения информации должно изменяться в пределах от **нескольких секунд** до **нескольких минут**. Для обеспечения задержек в необходимых рамках требуется осуществлять передачу соответственно со скоростями до 100 Мбит/с и до 3 Гбит/с в зависимости от качества визуальной оценки изображений.

2. Анализ процессов доставки видеоданных показал, что задержки по их передаче в несколько раз превышают допустимые задержки; существующие скорости передачи данных как минимум в десять раз ниже требуемых скоростей передачи видеотрафика; необходимо организовать снижение об'ємів зображень, передаваемых по телекоммуникационным сетям в системах принятия и поддержки решений на основе использования систем компрессии.

3. Существующие технологии компрессии изображений с потерей качества не обеспечивают требуемого уровня уменьшения их об'ємів. В зависимости от доступной скорости передачи данных степень сжатия необходимо повысить в среднем на 10–50 %.

4. Повышение размеров изображений приводит к росту времени на их обработку. В зависимости от вычислительных возможностей инфокоммуникационных систем время обработки может достигать для изображений форматов HD и Full HD от нескольких сотен миллисекунд до нескольких десятков секунд. В этом случае время обработки оказывается сравнимым со временем их передачи по каналам связи. Такие задержки оказываются недостаточными для обеспечения доставки видеоинформации в реальном времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Олифер В.Г.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учеб. для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2006. – 958 с.
2. *Gonzales R.C.* Digital image processing / R.C. Gonzales, R.E. Woods. – Prentice Inc. Upper Saddle River, New Jersey 2002. – 779 p.
3. *Сэлмон Д.* Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэлмон. – М. : Техносфера, 2004. – 368 с.
4. *Баранник В.В.* Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков. – Х. : ХУПС, 2010. – 212 с.
5. *Яковенко А.В.* Методологічні основи комплексного представлення зображень з контрольованою погіршеністю / А.В. Яковенко // Системи озброєння і військова техніка. – Х. : ХУПС. – 2008. – Вип. 2(14). – С. 128–131.

Отримано 30.03.2012