

УДК 681.518:004:912



СВЕТОВЫЕ УСТРОЙСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Вал. Н. Бурцев¹, Влад. Н. Бурцев², А. Л. Ерохин³^{1,2} НПФ «Цветодинамика», г. Харьков, Украина, new_idea@kr.net³ Харьковский национальный университет внутренних дел, г. Харьков, Украина, ayerokhin@ukr.net

Рассматривается решение задачи создания световых информационных экранов на основе визуального кодирования информации о дорожной обстановке с учетом моделей восприятия информации человеком. Принципы работы устройств основаны на использовании принципов световой проводимости в оптически прозрачных материалах и программном управлении засветкой информационных слоев.

УСТРОЙСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ, КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА, УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Введение

Одним из важных направлений в разработке систем и средств искусственного интеллекта является создание интеллектуальных систем синтеза зрительной информации на основе моделей интеллектуальной деятельности человека. Современное дорожное движение можно представить в виде человеко-машинной системы, в которой водитель является лицом, принимающим решение.

При этом важнейшим параметром такой системы является скорость и частота принятия решения человеком-оператором, поскольку от этого зависит безопасность дорожного движения. Рост грузоперевозок и постоянное увеличение числа автомобильного транспорта ставит задачу обеспечения высокого уровня безопасности дорожного движения, устранения заторов на дорогах с одновременным обеспечением оптимальной скорости передвижения. На ближайшие десятилетия управление дорожным движением будет оставаться прерогативой систем управления на основе световых знаковых систем, которые со времени появления их первых образцов [1, 2] кардинально не изменились.

1. Постановка задачи

Решение проблем управления большими грузопотоками с помощью световых систем можно решать в двух направлениях.

Первое из них – разработка простых и надежных световых систем, преемников светофоров по принципу цветового кодирования (коды запрещения, внимания и запрета), но основанных на новых принципах формирования указанных цветовых кодов.

Второе направление – разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений с несколькими уровнями иерархии.

2. Разработка модели светового информационного устройства

Для построения эффективных световых устройств визуализации параметров дорожного дви-

жения вначале необходимо исследовать модели восприятия зрительным анализатором человека актуальной динамической информации. Как известно [3], конечным результатом зрительного восприятия любого объекта человеком является возникновение зрительного образа этого объекта. При этом под зрительным образом понимается состояние выхода зрительной системы, вызываемое множеством различных, но сходных по каким-то признакам изображений. В теории информации распознавание рассматривается как получение наиболее сжатого и экономного описания визуального образа, получаемого, как правило, в результате статистического кодирования.

К интеллектуальным задачам водителя, как лица, принимающего решение, относятся задачи двух групп:

- 1) выделение и распознавание визуального объекта из фона (распознавание участников дорожного движения, сигналов устройств управления дорожным движением);
- 2) синтез решения в условиях дефицита времени.

Вторая задача достаточно хорошо исследована, и предложено множество методов, моделей и средств синтеза решений. Первой задаче также посвящено достаточно исследований, однако, в них недостаточно внимания уделено так называемой проблеме моделирования механизмов адаптации зрительного анализатора человека [4]. Под адаптацией понимают изменение чувствительности в зависимости от интенсивности стимуляции. Механизмы зрительной адаптации у человека-оператора проявляются в снижении чувствительности зрительного анализатора как в условиях гиперосвещенности, так и в условиях недостаточной освещенности и часто являются причинами ошибок при решении задач первой группы (невозможность адекватного выделения визуального объекта из фона), и как следствие, второй группы (синтез неверного решения). Различают световую и темновую адаптацию зрительного анализатора. При-

мерами стимулов для запуска темновой адаптации зрительного анализатора человека могут служить как ослепление водителя встречным автомобилем, так и повышенная яркость свечения светофора в темное время суток. На рис. 1 приведен примерный график темновой адаптации человека в зависимости от яркости вспышек, который показывает, что полная адаптация после серии вспышек наступает через 20-30 минут [4].

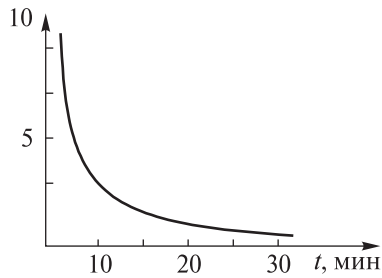


Рис. 1. График темновой адаптации зрительного анализатора

В качестве примера стимула световой адаптации можно привести недостаточную видимость сигналов светофора в яркую солнечную погоду. Процессы световой адаптации человека занимают в среднем от 3 до 5 минут [4], при том, что время на принятие решение у человека в дорожной обстановке ограничено долями секунды.

Поэтому создание световых устройств визуализации, учитывающих модели интеллектуальной деятельности человека-оператора при восприятии визуальной информации и принятии решения, является актуальным направлением.

В последние годы в световых системах управления дорожным движением произошла замена ламп накаливания на более надежные и экономичные источники света — твердотельные светодиоды в виде светодиодных матриц [4]. Такая замена дала возможность избавиться от некоторых традиционных недостатков в светофорах, но породила новые.

Наиболее существенными недостатками можно считать наличие в таких светофорах растровой структуры светодиодной матрицы, узкая направленность излучения высокоинтенсивных светодиодов и ограниченность площади светящихся иллюминаторов. Растровая структура, состоящая из счетного множества светодиодов (горящих точек) в матрице, воспринимается как целое изображение только на расстоянии не менее 10 метров, тем самым снижается уровень психофизиологического восприятия любой визуальной информации. Это ограничение связано с пределом углового разрешения глаза человека, равного 1 угловой минуте. К тому же узкая направленность светового излучения высокоинтенсивных светодиодов вызывает ослепляющий эффект и ограничивает угол визирования

световой информации при превышении водителем углового положения критического угла выходной апертуры светодиода. Последний недостаток светофоров унаследован от классической конструкции светофоров с лампами накаливания.

3. Разработка светового информационного устройства для управления дорожным движением

Альтернативой классическому светофору является световое информационное устройство, принципы работы которого основаны на использовании принципов световой проводимости в оптически прозрачных материалах [5]. Общий фронтальный вид устройства, состоящего из одного светопроводящего светящегося экрана, и его поперечное сечение представлены на рис. 2.

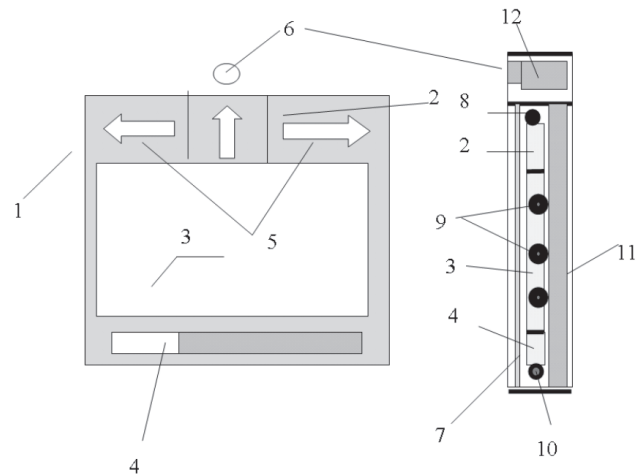


Рис. 2. Световое информационное устройство

Конструкция светового информационного устройства состоит из корпуса 1, охватывающего экран, разделенный на три информационные зоны — верхнюю 2, среднюю 3 и нижнюю 4. Верхняя зона 2 предназначена для размещения в ней светящихся знаков, например, стрелки-указатели 5. Средняя зона 3 служит непосредственно для визуального предъявления цветовых кодов (зеленый, желтый и красный цвета). В нижней зоне 4 размещается цветодинамический индикатор обратного отсчета времени, посредством которого визуально представляется время работы того или иного цветового кода. В верхней части корпуса 1 предусмотрено входное окно 6 фотоприемника, измеряющего уровень освещенности или цифровой малогабаритной видеокамеры на приборах с зарядовой связью.

Вся экранная часть устройства снабжена защитным акриловым стеклом 7. Информационные зоны 2-4 экрана устройства выполнены из оптически прозрачного акрилового стекла, торцевые поверхности которых оптически согласованы с наборами светодиодов 8-10, которые электрически связаны с электронным блоком программного

управления. Для возврата света, диффузно отраженного от информационных светопроводящих зон 2–4, имеется светоотражающий экран 11, выполненный из вспененного поливинилхлорида. Фотоприемник (видеокамера) 12 установлен в пространстве верхней части корпуса 1 совместно с электронным блоком измерения уровня освещенности и/или определения количества транспортных средств на перекрестке дорог. Электронный блок 13 программного управления светодиодами размещен внутри корпуса 1. Информационные зоны 2–4 экрана освещаются светодиодами 8–10 торцевой подсветки. За счет световой проводимости этих зон и использования специальных слоев, отражающих свет диффузным образом, достигается равномерная освещенность зон 2–4, что, кроме визуального предъявления цветовых кодов управления, дает возможность разместить на этих зонах дополнительную символично-знаковую информацию. Предъявление цветовых кодов осуществляется светодиодами 9, которые сгруппированы в триады красного, желтого и зеленого (RYG) излучений, работающих по программе управления.

Новое конструктивное исполнение светового информационного устройства основано на использовании эффекта световой проводимости, что обеспечивает возможность визуального предъявления на одном информационном экране последовательности из трех цветовых кодов управления с дополнительной символично-знаковой информацией. В зависимости от уровня внешней освещенности возможно изменять освещенность информационного экрана устройства. Совместно с такими многослойными световыми информационными устройствами достаточно использовать программное обеспечение автоматизированной системы управления дорожным движением на первом ее уровне иерархии.

4. Алгоритм работы устройства для управления дорожным движением

Так как по правилам организации дорожного движения каждый перекресток снабжается двумя парами устройств управления, то указанные пары имеют между собой коммутацию обеспечивающих очередность предъявления цветовых кодов на каждой из дорог (полос движения), разрешающих или запрещающих движение.

Такая коммутация осуществляется, например, программным образом или в автоматизированном режиме. На рис. 3 представлена схема алгоритма работы устройства, которая включает в себя блоки: документирования, микропрограммного управления, коррекции временных интервалов и яркости свечения, замера скорости транспортных средств, электронного управления интенсивностью свечения и подсчет плотности потока транспорта.

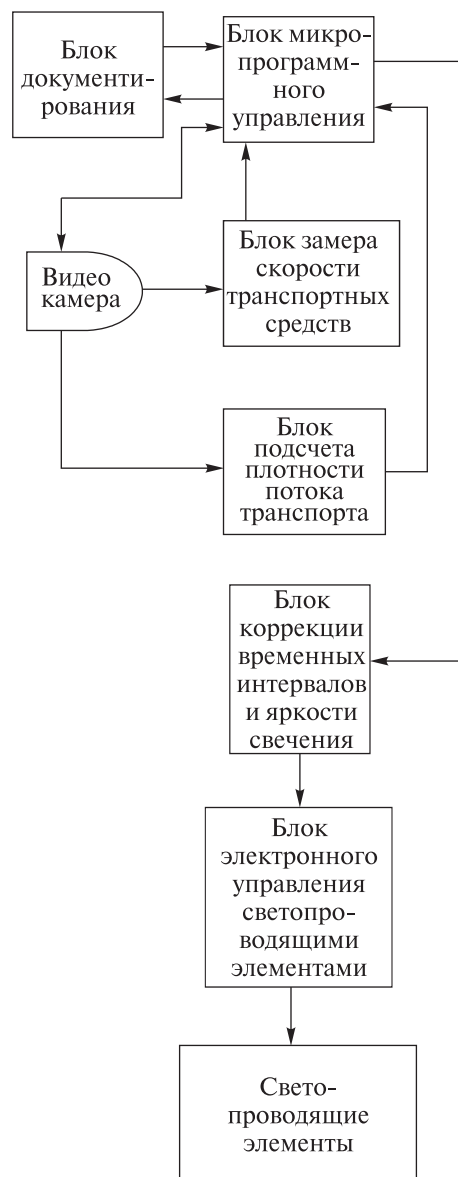


Рис. 3. Схема алгоритма работы устройства

Приведенный алгоритм предназначен для решения ряда проблем, возникающих на пересечениях главных дорог в зависимости от изменения плотности транспортных средств, например, в час пик.

Основной задачей этой системы является оценка транспортной ситуации на пересечении дорог и принятие решения по коррекции времени работы разрешающего (запрещающего) сигнала управления по направлениям движения. Наиболее важным является блок микропрограммного управления, который посредством прямых и обратных связей согласован с блоками замера скорости транспортных средств, подсчета плотности потока транспорта и документирования. Исходная информация в реальном времени поступает на эти блоки от малогабаритной видеокамеры. Управляющие сигналы от блока микропрограммного управления поступают в блоки коррекции временных интервалов и яркости свечения и электронного управления светопроводящими элементами.

Основными функциями блока микропрограммного управления являются:

- анализ дорожной ситуации по заторам;
- анализ дорожной ситуации по средней скорости движения через перекресток с помощью замеров скорости;
- вычисление временных интервалов переключения в зависимости от плотности транспорта и средней скорости движения;
- вычисление уровней внешней освещенности и коррекция яркости свечения светопроводящих элементов.

Блок подсчета плотности потока транспорта выполняет следующие функции:

- сбор информации с видеокамеры о подвижных и неподвижных объектах на перекрестке;
- вычисление оценок плотности транспорта за период времени τ , определяемый программой в блоке микропрограммного управления:

$$\tau = f(V_{\text{ср}}, N),$$

где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость потока; N – количество единиц транспорта в потоке.

Тогда плотность транспорта представима как функция

$$P_i = N / \tau,$$

где i – номер светового указателя направления движения

Блок коррекции временных интервалов и яркости свечения предназначен для вычисления времени переключения светопроводящих слоев в сторону увеличения (уменьшения) временного интервала работ разрешающего (запрещающего) знака в направлении пропуска транспорта с наибольшей (наименьшей) плотностью. Для коррекции времени используются данные плотности потока P_i

$$t_i = f(P_i, \tau).$$

Коррекция яркости свечения светопроводящих слоев в сторону уменьшения (увеличения) осуществляется на основании данных уровня внешней освещенности, получаемых с видеокамеры через блок микропрограммного управления, в котором производится анализ пороговых значений внешней освещенности, и при превышении этого

значения увеличивается интегральная освещенность экрана устройства.

Блок документирования выполняет следующие функции:

- запись в файл мгновенных изображений транспортных средств, которые превысили установленную скорость;
- запись в видеофайл нештатной ситуации (в случае резкой смены дорожной обстановки по резкому изменению уровней яркости видеокамеры).

Выводы

Разработанные принципы работы новых световых информационных устройств обеспечивают следующие преимущества:

- 1) возможность визуально предъявлять на одном информационном экране последовательно три цветовых кода управления с дополнительной символично-знаковой информацией;
- 2) изменение в автоматическом режиме освещенности информационного экрана устройства в зависимости от уровня внешней освещенности;
- 3) эффективное использование простого программного управления для автоматизированной системы управления дорожным движением.

Предложенное световое информационное устройство для управления дорожным движением является перспективной реализацией новых технических возможностей проектирования новых светооптических систем визуального представления знаковой, графической и иной информации для замены, например, светофоров или других световых информационных устройств.

Список литературы: 1. *G.Morgan*. Traffic Signal. Pat. USA №1475024, 27.02.1923. 2. *Combination Traffic Guide and Traffic-Regulating Signal*. Pat. USA №1447659, 07.08.1923. 3. *Броника*. Биологические аспекты / Под общей редакцией Л.В.Решодько. – К.: Вища школа, 1978. – 304 с. 4. *Светофоры* одно или двухсекционные производства ООО Саранская Электронная компания. (Режим доступа: <http://www.svetled.ru/content.view/62/72/>). 5. *Бондаренко М.Ф., Бурцев Вал.М., Бурцев Вол.М., Єрохін А.Л.* Світловий інформаційний екран диспетчерського пульту моніторингу складних систем / Заявка на винахід № a200611597. МПК G09F 9/00, G09F 13/00. Пріоритет від 03.11.2006. – 19 с.

Поступила в редакцию 5.02.2008