

I. N. Skvortsova, Postgraduate Student, Institute of Applied Mechanics UB RAS
 Nikola Abo Issa, Candidate of Technical Sciences, Professor, Damascus University, Syria
 Issam Moussa, PhD, Engineer, Professor, Damascus University, Syria

Glass Ceramics Surface Topology Investigation by the Atomic Force Microscopy in a Tapping Mode

The results of the surface topology study of a glass ceramic KL-50-1 substrate after the effect of KH2-laser radiation are presented. Three-dimensional images using a scanning probe microscope Solver P47 Pro in a tapping mode of the atomic-force microscopy are obtained. The analysis of the images obtained has been carried out.

Keywords: glass ceramics, scanning probe microscopy, surface topology

Получено: 25.04.11

УДК 623.592

К. Н. Джи́, кандидат технических наук, научный сотрудник;
 Институт прикладной механики Уральского отделения РАН
 К. Дза́дх, кандидат технических наук, профессор;
 Ижевский государственный технический университет
 С. Джи́гбдх, кандидат технических наук, научный сотрудник
 Институт прикладной механики Уральского отделения РАН

РЕГИСТРАТОР ТОЧКИ ПРИЦЕЛИВАНИЯ НА БАЗЕ ВИДЕОКАМЕРЫ

К. Н. Джи́, кандидат технических наук, научный сотрудник;
 Институт прикладной механики Уральского отделения РАН
 К. Дза́дх, кандидат технических наук, профессор;
 Ижевский государственный технический университет
 С. Джи́гбдх, кандидат технических наук, научный сотрудник
 Институт прикладной механики Уральского отделения РАН

Ключевые слова: стрелковый тренажер, видеокамера, репер

Для обучения стрельбе учащихся в средних общеобразовательных школах или структурах ДОСААФ необходимо иметь электронные стрелковые тренажеры, которые были бы проще и дешевле тренажеров, используемых в Российской Армии, например [1].

В статье рассматривается возможность использования в стрелковом тренажере с целью уменьшения его стоимости регистратора точки прицеливания на базе миниатюрной видеокамеры, применяемой в охранных системах.

Выбор видеокамеры определяется следующими требованиями:

- 1) размер камеры должен позволять монтировать ее непосредственно в ствол имитатора оружия, т. е. диаметр оптики и электроники не должен превышать 5 мм;
- 2) камера должна иметь автономное электропитание;
- 3) для достижения большей чувствительности и разрешающей способности камера должна быть черно-белой;
- 4) камера должна быть чувствительна к ИК-диапазону;
- 5) с учетом дальности расположения мишени ($L = 6$ м) угол обзора камеры должен быть в пределах $10\text{--}20^\circ$; при больших углах обзора возникает необходимость применения корректирующей оптики;
- 6) разрешающая способность изображения с видеокамеры не должна быть меньше 320×240 точек;

7) частота регистрации точки прицеливания должна быть не менее 25 Гц с точностью не хуже 1 тысячной дальности.

Видеокамера устанавливается в ствол имитатора оружия и работает в аналоговом режиме. Она в случае видеостандарта PAL с частотой 25 кадров/сек. или при видеостандарте NTSC с частотой 30 кадров/сек. формирует видеосигнал в ИК-диапазоне с изображением специальных реперных меток, установленных за проекционным экраном имитатора мишенной обстановки.

Реперные метки – это матрицы ИК-светодиодов определенной конфигурации, расположенные по углам прямоугольной рамы. Конструкция рамы позволяет за счет изменения ее размеров менять расположение матриц и фиксировать их, например, по углам периметра ЖК-телевизора или на стене в случае использования экрана (рис. 1). Каждая матрица содержит 3×3 позиций с шагом 2 см и состоит из двух активных элементов: один является опорным светодиодом и расположен в верхнем левом углу матрицы, второй состоит из одного или большего количества светодиодов и представляет собой код угла расположения матрицы (рис. 1).



Рис. 1. Рамка с реперными метками

ИК-светодиоды постоянно светятся, но не видны человеку. К координатам опорных светодиодов осуществляется привязка системы определения координат точки прицеливания. Подобная конфигурация светодиодов допускает достаточно большой угол свала (бокового наклона) имитатора оружия без потери точности определения координат опорного светодиода.

В случае использования в качестве области прицеливания экрана широкоформатного ЖК-телевизора большой диагонали рамка реперных меток устанавливается по его периметру, при этом размер рамки уменьшается до фактического размера телевизора. В такой конфигурации тренажера работать можно лишь двум стрелкам. Это определяется углом обзора видеокамеры, расстоянием от стрелка до экрана телевизора и его геометрическими размерами. Размер рамки с учетом технологических полей телевизора составит приблизительно 1,3 на 0,8 м. При использовании же проектора с экраном ширину изображения можно получить до 2,5 м, при этом рамка размещается за экраном таким образом, что ее центр совпадает с центром экрана, а для обеспечения видимости реперных меток (матриц) со стороны видеокамеры в экране предусматриваются окна. Рабочая зона регистрации точки прицеливания в этом случае не распространяется на весь экран по высоте, и оставшиеся свободными снизу и сверху области можно использовать для вывода служебной информации, а не мишенной обстановки.

В головном компьютере тренажера видеосигнал оцифровывается с помощью 4-канального тюнера, и полученное изображение передается программе обработки, которая определяет координаты точки прицеливания. Максимальное количество рабочих мест в тренажере предполагается равным четырем, поэтому в одном оцифрованном кадре может содержаться информация от четырех видеокамер, установленных на имитаторах оружия. Угол обзора видеокамеры выбирается таким, чтобы всегда в поле зрения видеокамеры при нахождении точки прицеливания в центральной зоне регистрации были минимум две реперные метки (рис. 2), образующие столбец (система может определить точку прицеливания без потери точности и по одной реперной метке при условии вертикальности удерживания имитатора оружия и расположении стрелка на исходной позиции, т. е. без возможности оценки свала оружия). Исходя из достаточной ширины зоны охвата видеокамеры $H = 1,3$ м (в случае ширины экрана 2,5 м и размера рамки 1,3 на 0,8 м) и расстояния до видеокамеры $D = 5,5$ м (на 0,5 м ближе к экрану, чем расположен стрелок) угол обзора видеокамеры в горизонтальном направлении определяется по формуле (1):

$$Ah = 2 \arctg \left(\frac{H}{2D} \right), \quad (1)$$

где Ah – угол обзора видеокамеры в горизонтальном направлении; H – ширина зоны охвата видеокамеры; D – расстояние от видеокамеры до экрана.

Угол Ah получается равным $13,5^\circ$. С учетом технологических допусков выбирается видеокамера с углом зрения в 15° , такой угол обзора не встречается у миниатюрных охранных видеокамер, и поэтому требуется корректирующая оптика.

По горизонтальному углу обзора видеокамеры, который позволяет регистрировать точку прицеливания по всей ширине экрана, оценивается вертикальный охват зоны регистрации. Пропорция кадра видеокамер составляет 4 : 3, т. е. вертикальный угол обзора (Av) составляет $11,25^\circ$. Высота охваченной зоны определяется по формуле (2):

$$V = 2D \tg \left(\frac{Av}{2} \right), \quad (2)$$

где V – высота охваченной зоны; D – расстояние от видеокамеры до экрана; Av – вертикальный угол обзора видеокамеры.

В нашем случае значение V равно 1,08 м. Эффективный размер охватываемой зоны (с учетом размера реперной матрицы 5 см) равен 1,03 м. При вертикальном размере рамки 0,8 м рабочая зона двуреперной регистрации, при которой фиксируется свал оружия, составляет по вертикали $1,03 - 0,8 = 0,23$ м, по горизонтали – 2,5 м (рис. 2).

В случае, когда точка прицеливания находится вне этой зоны, используется однореферная регистрация, при этом свал не определяется. Уменьшение расстояния в вертикальном направлении между реперными метками позволяет расширить зону двуреферной регистрации, но при этом несколько снижается точность определения координат точки прицеливания.

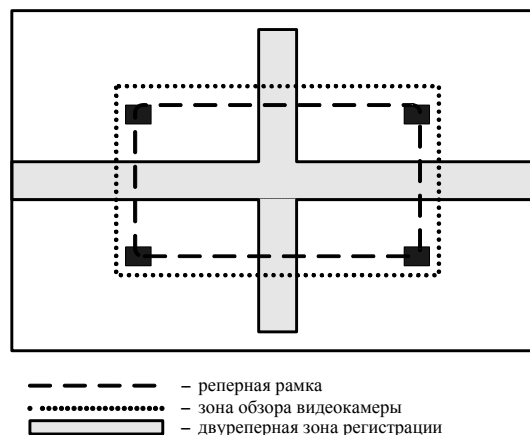


Рис. 2. Зоны регистрации точек прицеливания

Расчетная ошибка регистрации координаты точки прицеливания по горизонтали Δ в тысячных дальности определяется формулой (3):

$$\Delta = \frac{1}{2} \frac{H}{R D}, \quad (3)$$

где H – ширина зоны охвата видеокамеры (1,3 м); R – разрешение видеокамеры по горизонтали; D – расстояние от рамки до видеокамеры (5,5 м).

При разрешении видеокамеры $R = 320$ на 240 точек расчетная точность регистрации (равная 2Δ) составит 0,74 тысячных дальности, что лучше первоначальных требований, но этот показатель требует экспериментальной проверки.

Свал имитатора оружия при учебной стрельбе контролируется с помощью оценки горизонтальности или вертикальности соседних реперных меток на изображении. Ошибкой (свалом как влево, так и вправо) считается отклонение от вертикальной оси на угол более 5° .

В головном компьютере, в качестве которого можно использовать любой современный компьютер с аудиоколонками под управлением операционной системы Windows, применяется четырехканальный тюнер для обработки информации от одновременно работающих четырех стрелков. Алгоритм обработки видеoinформации для определения точки прицеливания показан на рис. 3.

Во время пусконаладочных работ на тренажере осуществляется настройка системы регистрации, состоящей из экрана с проектором (или телевизора), реперной рамки с известными размерами и имитаторов оружия с видеокамерами. Для каждого имитатора, за которым закреплено конкретное постоянное рабочее место, проводится своя настройка. В центральной части экрана (в зоне двуреферной регистрации) выводятся изображения четырех прицельных меток с известными координатами.

Имитатор оружия наводится последовательно на эти метки, головной компьютер получает и обрабатывает изображения реперных меток рамки, определяет их координаты относительно прицельных меток и рассчитывает коэффициенты преобразования масштаба, поворота и переноса, которые впоследствии будут использоваться для обратного преобразования и определения координат точки прицеливания и свала.



Рис. 3. Алгоритм работы системы регистрации

Применение видеокамеры резко повышает объемы информационных потоков, циркулирующих в стрелковом тренажере [2], но благодаря высокой регулярности структуры информации с видеокамеры ее обработка не представляет трудностей.

Таким образом, регистратор точки прицеливания на базе видеокамеры полностью удовлетворяет требованиям по точности, быстродействию, надежности и может быть использован в электронном стрелковом тренажере для начального обучения стрельбе.

Список литературы

1. Перспективы развития электронных стрелковых тренажеров / В. С. Казаков, В. В. Коробейников, С. Ф. Егоров и др. // Интеллектуал. системы в пр-ве. – 2010. – № 2. – С. 138–142.
2. К. Н. Информационные потоки в электронном стрелковом тренажере // Интеллектуал. системы в пр-ве. – 2010. – № 2. – С. 132–134.

S. F. Egorov, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk

V. S. Kazakov, Candidate of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University

V. V. Korobeynikov, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk

Aiming Mark Monitor on the Basis of a Video Camera

Possibility of use of a video camera for construction of the aiming mark monitor for electronic shooting training apparatus is considered. Requirements to hardware support are formulated.

Keywords: shooting simulator, video camera, reference point

Получено: 31.03.11

УДК 623.592

К. Н. Егоров, кандидат технических наук, научный сотрудник;

Институт прикладной механики Уральского отделения РАН

К. В. Казаков, кандидат технических наук, профессор;

Ижевский государственный технический университет

В. В. Коробейников, кандидат технических наук, научный сотрудник

Институт прикладной механики Уральского отделения РАН

СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР НА ОБЩЕДОСТУПНЫХ КОМПОНЕНТАХ

В статье рассматривается возможность использования видеокамеры для построения мишеней для электронного тренажера стрельбы. Формулируются требования к аппаратной поддержке.

Ключевые слова: стрелковый тренажер, видеокамера, тюнер

Современные армейские электронные стрелковые тренажеры (например, оптико-электронный тренажер 1У33 стрелкового оружия, гранатометов и огнеметов [1]) являются сложными информационно-измерительными системами [2]. Они обеспечивают полную имитацию процесса стрельбы одного отделения, используют имитаторы стрелкового оружия на базе реальных изделий с точными массогабаритными характеристиками, поддерживающие все операции с оружием при стрельбе, в том числе и отдачу. Точность определения координат точки прицеливания из имитаторов достигает 0,3 тысячных дальности при частоте регистрации 100 Гц. При этом обеспечивается компьютерная генерация на экране мишенной обстановки с углами обзора по горизонтали не менее 60° и по вертикали 12° [3] и обработка в реальном масштабе времени больших потоков информации [4]. Стоимость армейских стрелковых тренажеров для одновременной тренировки одного отделения достигает 10 млн руб.

Для обучения стрельбе учащихся средних общеобразовательных школ или структур ДОСААФ армейские тренажеры избыточны по функциям и имеют высокую стоимость. В данной статье рассматривается структура электронного тренажера на четыре рабочих места, максимально использующая общедоступные компоненты (рис. 1).