

УДК 681.3.07

# АДАПТИВНОЕ ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ АГЕНТОМ

А. И. Бронников, Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

*Рассмотрены принципы организации сенсорных систем в условиях статического и динамического характера рабочего пространства на примере создания возможного метода адаптивного визуального управления производственным агентом.*

*Rozглянуто принципи організації сенсорних систем в умовах статичного і динамічного характеру робочого простору на прикладі створення методу адаптивного візуального керування виробничим агентом.*

*The principles of sensor systems organizations in static and dynamic robot workspace on designed adaptive visual control system method are considered.*

**Ключевые слова:** производственный агент, система управления, визуальное управление, распознавание, каскад

## Введение

Практическое использование гибкой интегрированной робототехнической системы (ГИРС) представляет достаточно сложную задачу. На работу систем влияют различные внешние факторы. В рабочее пространство (РП) ГИРС кроме объектов, непосредственно участвующих в технологическом процессе могут попадать посторонние предметы, нарушающие статическое представление РП и даже ход самого технологического процесса. Для того, чтобы ГИРС могла выполнять поставленные перед ней задачи, необходимо оснащение ГИРС сенсорными устройствами, в частности устройствами технического (компьютерного) зрения, датчиками расстояния, давления, температуры, радиоактивности, вибрации и др. Все эти типы датчиков включаются в состав ГИРС. При этом самыми информативными из них являются системы, которые получают визуальную информацию, т.е. системы технического (компьютерного) зрения.

Система технического (компьютерного) зрения является одним из существенных компонентов ГИРС, который осуществляет получение визуальной информации об объектах РП. Системы технического зрения, аналогично глазу человека, осуществляют основные операции обнаружения, распознавания и идентификации объектов, тем самым наделяя ГИРС способностью автономно получать и обрабатывать визуальную информацию об окружающей рабочей среде. Особенно важным является применение системы технического зрения в изменяющихся рабочих средах, способных влиять на работу всей робототехнической системы.

В условиях динамического характера РП, который обуславливается быстрыми изменениями номенклатуры

изделий, выпускаемых ГИРС, регулярными и случайными изменениями позиций компонентов ГИРС и производственного персонала, возникает необходимость в создании такой системы управления ГИРС, которая сможет перестраивать (адаптировать) работу системы таким образом, что внешние факторы существенно не повлияют на выполнение поставленных производственных задач. Адаптивную систему управления, которая получает основную информацию об окружающем мире с помощью системы технического (компьютерного) зрения, следует называть системой адаптивного визуального управления. Таким образом, в статье идет речь о решении актуальной практической задачи современного производства, состоящей в повышении качества управления производственными процессами [1].

## Метод адаптивного визуального управления производственным агентом

Исходными данными разработки метода визуального управления мобильным роботом являются:

- робот и система управления роботом (СУ);
- сенсорная система, в том числе и система компьютерного зрения (СКЗ);
- рабочее пространство (РП).

Для визуального управления мобильным роботом необходимо:

- обеспечить исправность работы средств визуального контроля (СВК) за мобильным роботом (МР), рабочим пространством (зоной, зонами);
- обеспечить исправность работы средств беспроводной связи (СБС);
- обеспечить наблюдаемое рабочее пространство (зону, зоны) мобильного робота (МР) при помощи средств визуального контроля (СВК);
- обеспечить работу системы управления движением (перемещениями) мобильного робота;
- обеспечить удаленное управление мобильным роботом по информации, полученной от средств визуального контроля средствами беспроводной связи (СБС);
- обеспечить оценку точности работы системы управления мобильным роботом (СУ МР) и средств визуального контроля (СВК).

Сформулируем метод визуального управления мобильными роботами. Для визуального управления роботом необходимо:

- обеспечивать наблюдение за роботом и РП с помощью СКЗ;
- определять текущие координаты робота средствами СКЗ и сенсорной системы;

### Технология приборостроения 3' 2014

- указывать с помощью СКЗ целевые точки траектории движения робота;
- отслеживать перемещения и текущее положение робота;
- отслеживать взаимодействия робота с объектами рабочего пространства, пространством и другими роботами;
- обеспечить адаптацию управления робота с помощью СКЗ;
- оценивать точность перемещения робота к целевым точкам и корректировать маршрут при помощи СКЗ.

Результатом применения метода визуального управления является разработанный маршрут перемещения мобильного робота в рабочем пространстве.

#### Экспериментальные исследования по распознаванию производственного агента

При запуске на выполнение программного обеспечения, необходимо учитывать некоторые влияния.

Во-первых, одним из таких эффектов является освещение. Изменение освещения приводит к изменению качества детектирования робота в рабочем пространстве и зависит от яркости положительного изображения.

Во-вторых, угол камеры при детектировании, когда положительные изображения имеют другой угол относительно камеры и имеется возможность обнаружить робот при различных положениях внутри рабочего пространства. Если все положительные изображения имеют одинаковый угол при обнаружении, тогда возникает зависимость от расположения камеры при детектировании робота [1-2].

Таблицы показывают вероятность нахождения робота в рабочем пространстве при различных углах камеры, различными поворотами робота и различными световыми эффектами. Для проведения эксперимента была найдена центральная точка рабочего пространства. Положение робота относительно этой точки в реальных условиях и схематически показано на рисунке 1 и 2.

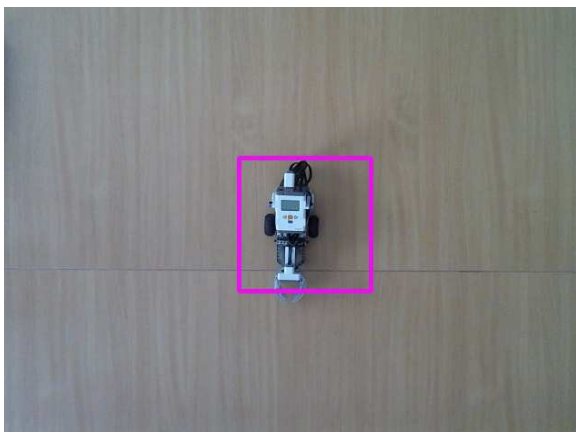


Рис. 1. Положение робота относительно центральной точки РП

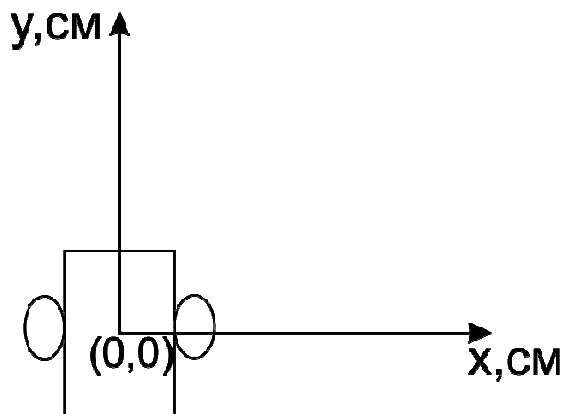


Рис. 2. Схематическое положение робота относительно центральной точки РП

Проведем 20 итераций эксперимента при различных уровнях освещения с положением робота в центральной точке РП. Результаты проведения эксперимента занесены в таблицу 1 [3].

Таблица 1  
Величина обнаружения робота внутри рабочей области при нулевых начальных условиях с различными уровнями освещения

	Уровень освещения			
	Высокий	Средний	Низкий	
Положение робота относительно камеры, (0,0)	+	+	+	Угол поворота робота, град = 0
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	Качество распознавания	100%	100%	

Можно сделать вывод, что при начальных условиях качество распознавания равно 100%.

Проведем вторую итерацию эксперимента при тех же начальных условиях, но с поворотом робота на 30 градусов.

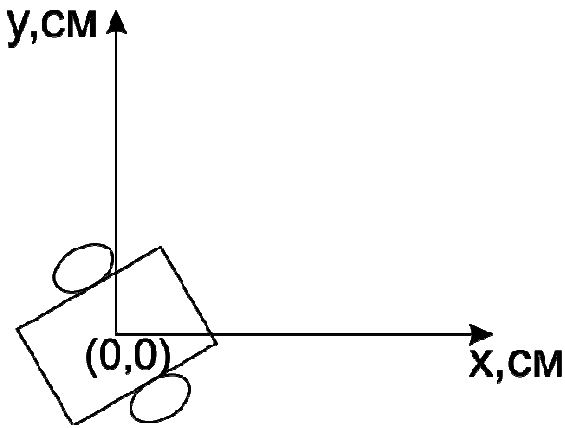


Рис. 3. Схематическое положение робота относительно центральной точки РП с углом поворота 30 градусов

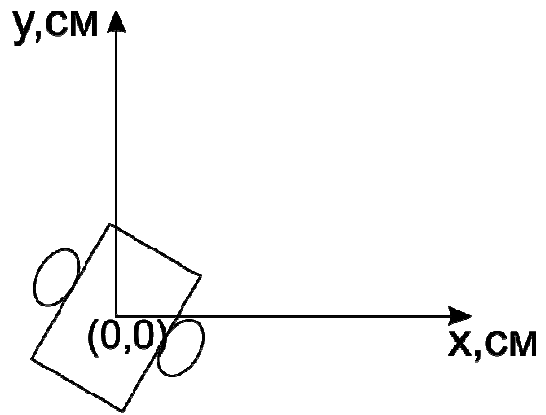


Рис. 4. Схематическое положение робота относительно центральной точки РП с углом поворота 60 градусов

Таблица 2

Величина обнаружения робота внутри рабочей области при нулевых начальных условиях с различными уровнями освещения и углом поворота в 30 градусов

	Уровень освещения			
	Высокий	Средний	Низкий	
	+	+	+	Угол поворота робота, град = 30
	-	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	-	+	+	
	-	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	-	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
Качество распознавания	75%	100%	100%	

При таких данных начальных условиях качество распознавания при высоком уровне освещения ухудшается

Проведем третью итерацию эксперимента при тех же начальных условиях, но с поворотом робота на 60 градусов.

Таблица 3

Величина обнаружения робота внутри рабочей области при нулевых начальных условиях с различными уровнями освещения и углом поворота в 60 градусов

	Уровень освещения			
	Высокий	Средний	Низкий	
	+	+	+	Угол поворота робота, град = 60
	-	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	-	+	+	
	-	+	+	
	+	+	+	
	-	+	+	
	-	+	+	
	+	+	+	
	-	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
	+	+	+	
Качество распознавания	70%	100%	100%	

После проведения экспериментальных измерений, можно сделать вывод о том, что при высоком уровне освещения агент начинает «теряться» в рабочем пространстве.

Проведем четвертую итерацию эксперимента при тех же начальных условиях, но с поворотом робота на 90 градусов.

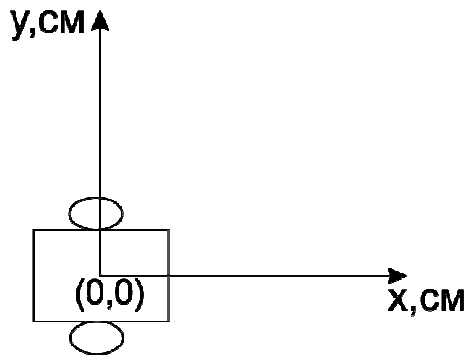


Рис. 5. Схематическое положение робота относительно центральной точки РП с углом поворота 60 градусов

Таблица 5

Величина обнаружения робота внутри рабочей области со смещением вдоль оси X на 30 см и углом поворота 60 градусов

	Уровень освещения			
	Высокий	Средний	Низкий	
Положение робота относительно камеры, (30,0)	+	+	-	Угол поворота робота, град = 60
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
+	+	-		
Качество распознавания	100%	100%	0%	

Таблица 4

Величина обнаружения робота внутри рабочей области при нулевых начальных условиях с различными уровнями освещения и углом поворота в 90 градусов

	Уровень освещения			
	Высокий	Средний	Низкий	
Положение робота относительно камеры, (0,0)	+	-	-	Угол поворота робота, град = 90
	+	-	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	-	-	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	-	-	-	
	+	-	-	
	-	+	-	
	+	-	-	
	+	+	-	
	+	+	-	
	-	-	-	
	-	+	-	
	Качество распознавания	70%	60%	

При повороте робота на 90 градусов и применении различных уровней освещения происходит значительное ухудшение качества распознавания.

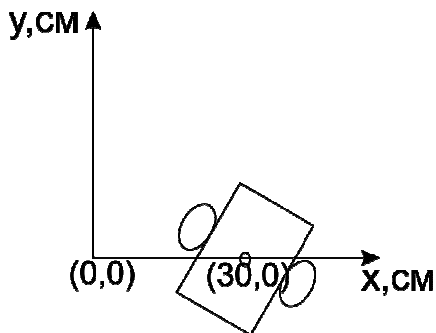


Рис. 6. Схематическое положение робота относительно центральной точки РП со смещением вдоль оси X на 30 см и углом поворота 60 градусов

При изменении начальных условий качество распознавания при нормальном и высоком уровнях освещения абсолютное, при низком СКЗ не определяет агент [3].

**Выводы:**

Актуальной проблемой остается создания адаптивных систем визуального управления роботом на основе поступающей с системы компьютерного зрения информации.

Такая система управления должна воспринимать изменения среды, в которой функционирует робот и изменять маршрут робота, в соответствии с изменениями в среде функционирования. Из этого возникает необходимость в способности гибко перестраивать (адаптировать) работу в зависимости от изменений в окружающей среде, в состоянии самой робототехнической системы.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Невлюдов И.Ш. Интеллектуальное проектирование технологических процессов роботизированной сборки [Текст] / И.Ш. Невлюдов, А.М. Цымбал, С.С. Милютіна. – Харьков: НТМТ, 2010. – 206 с.
2. Цымбал О.М. Концепція інтелектуальних виробничих агентів та особливості її реалізації / Цымбал О.М., Бронников А.І., Куценко О.І., Шейн Є.С. – Восточно-Европейский журнал передовых технологий, Харьков, 2014, № 1/2 (67), С. 9 - 13.
3. Цымбал А.М. Моделирование адаптивного принятия решений в ИСУ роботом / Цымбал А.М., Бронников А.И. – Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород. – 2013. – №4, С. 173-176.