

УДК 631.171 + [621.37/39;631.145]

*А.М. Башилов, доктор техн. наук**В.Н. Легеза, канд. с.-х. наук*

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО НАВЕДЕНИЯ, ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Инновационный процесс развития сельского хозяйства характеризуется тенденцией роста роботизации агротехнологических процессов. Применение роботов позволяет успешно решать задачи повышения точности земледелия и животноводства, снижения затрат ручного труда, мобилизации энерго-информационных ресурсов.

Чтобы агротехнологический процесс стал роботизированным, он должен обладать функцией самоорганизации, способной обнаружить (найти), позиционировать (определять местонахождение), идентифицировать (распознать), наблюдать и управлять агрообъектом (объектами) в системе пространственно-временных координат реального производства.

Для обнаружения, позиционирования и идентификации чаще всего используются спутниковые навигационные системы GPS (в основном для мониторинга транспортных средств и сельскохозяйственных агрегатов [1]), телевизионное и цифровое видеонаблюдение [2], а в последние годы еще и системы позиционирования в режиме реального времени — RTLS, однако каждая из этих систем имеет свои ограничения.

Спутниковые навигационные системы (GPS, ГЛОНАСС) обеспечивают позиционирование и идентификацию на огромных территориях, но не работают внутри помещений и требуют, чтобы контролируемый объект был снабжен устройством с уникальным кодом (меткой) (таблица).

Системы видеонаблюдения обнаруживают и сопровождают множество целей, сигнализируют о возможных нарушениях режимов и параметров стационарных или подвижных объектов агротехнологического процесса, но не в состоянии надежно идентифицировать (распознать) объект наблюдения [3]. Особенно в случаях, когда интересующий объект нужно выделить из мно-

жества подобных (найти «инога» среди множества «своих»).

Сетевая беспроводная система локального позиционирования RTLS (Radio-frequency identification) используется для различных целей в разнообразных приложениях, позволяя контролировать местонахождение и движение объектов и надежно их идентифицировать как вне, так и внутри помещений. Но контролируемые объекты, как и в случае GPS, должны быть снабжены метками, а объекты, не снабженные метками, система «не видит». В таблице приведены сравнительные характеристики современных технологий идентификации и позиционирования подвижных объектов.

Получается, что ни одна из перечисленных систем не может решить в полной мере поставленную задачу. Решением может стать совместное использование перечисленных систем. Такая интеграция открывает возможности, не доступные системам по отдельности [4].

Сравнительные характеристики применяемых технологий идентификации и позиционирования подвижных объектов

Технологии позиционирования	Параметры сравнения		
	Точность	Дистанция	Стоимость
Система спутниковой навигации ГЛОНАСС, GPS	10...15 м	В пределах доступности	Низкая
Сотовая связь	100...500 м	В пределах доступности	Низкая
Использование технологий WiFi	3...5 м	50 м	Средняя
Инфракрасное	10 см	3...10 м	Высокая
Ультразвуковое	10 см	3...10 м	Высокая
Пассивные RFID системы радиочастотных идентификаторов	10 см	Менее 1 м	Низкая
Активные RFID системы радиочастотных идентификаторов	1...3 м	20...100 м	Средняя
Радиочастотное позиционирование по технологии «ближнего поля» NFER	0,5 м	20...30 м	Низкая
Ультранизкополосная технология UWB (Ultra Wideband)	10 см	10 м	Высокая
Сетевая беспроводная система локального позиционирования RTLS	1 м	>30 м	Средняя
Компьютерное зрение	До 1 см	>1000 м	Высокая
Лазерное наведение	До 1 мм	>1000 м	Высокая

Но в любом случае совместное использование принципиально различных систем обнаружения, локализации, идентификации и мониторинга позволяет сделать очередной шаг на пути снижения влияния человеческого фактора при получении и вводе данных в АСУ ТП и П — там, где раньше это было недостижимо. Автоматическая идентификация, позиционирование и наблюдение подвижных объектов без участия человека становится все более актуальной задачей.

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS, локального позиционирования RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV может дать новые синергетические эффекты и возможности решения задач повышения точности роботизированных агротехнологических процессов и сопровождающих эту тенденцию экономических приращений прибылей.

Совместное использование RTLS и ГЛОНАСС/GPS позволяет распространить контроль перемещения транспортных средств и сельскохозяйственных машин на зоны, где отсутствует прямая видимость спутников — крытые дворы, здания, сооружения. При этом возникают дополнительные возможности контролировать локальные перемещения животных и персонала в производственных и внепроизводственных помещениях закрытого и открытого типа.

Совместное использование RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV позволяет совместить возможности идентификации и позиционирования объекта по метке с его визуальным наблюдением. Например, в случае, если датчик движения видеокамеры обнаруживает движение объекта, а сигнал радиометки в секторе обзора видеокамеры при этом отсутствует, это может означать движение постороннего (не интересующего) объекта. Можно одновременно вывести на экран оператора для анализа видеоизображения объекта, находящегося перед видеокамерой, и идентифицировать его по сигналу метки. Такой подход формирует уникальные возможности по автоматической идентификации объекта при автоматизированном видеонаблюдении поведения животных, что позволяет существенно уменьшить нагрузку на персонал, снизить вероятность ошибки или ложной тревоги при выполнении агротехнологических операций. Кроме того, при интеграции системы RTLS и данных видеонаблюдения позволит выявить случаи движения объекта с использованием метки, которую злонамеренно либо по халатности переадресовали другому объекту.

Совместное использование RTLS, ГЛОНАСС/GPS и ITV наблюдения дает еще большее число вариантов получения синергетического эффекта: при оценке индивидуального состояния животного (идентификация и определение местоположения животного в стаде, индивидуальный

контроль и учет параметров животного, ведение календаря и истории животного), в процессе доения (контроль работы оператора и поведения животного), при кормлении (продолжительность поедания, пережевывание корма, прирост живой массы), в процессе осеменения

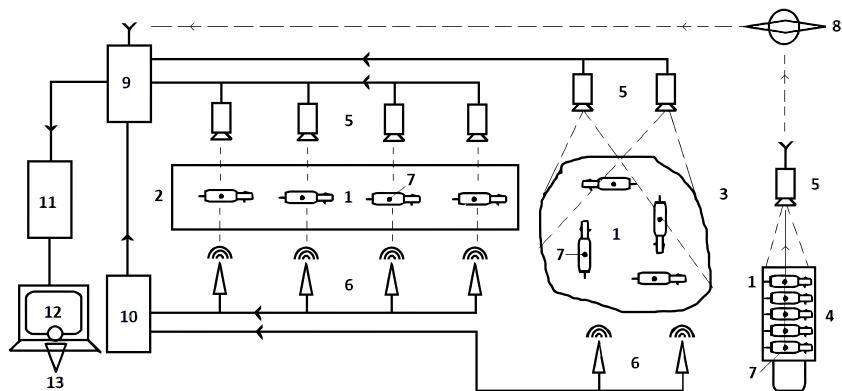
(идентификация половой охоты, наблюдение за отелом животного), при оценке подвижности животного (контроль моциона, двигательная активность животного, поведенческие признаки), при проведении зооветеринарных мероприятий (бонитировка, идентификация заболеваний, формирование календаря ветеринарных мероприятий).

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS, локального позиционирования RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV обусловлено разнообразием подвижных объектов (животные, человек, мобильная и конвейерная техника), распределенностью их в пространстве (в пределах одной фермы, одного хозяйства, района, области), масштабом оперативно-технологических процессов (число особей, единиц техники, персонала). В соответствии с этим их приоритетность будет меняться, однако высокая информативность, наглядность, оперативность, многофункциональность и универсальность видеоналитической составляющей с нарастающей функцией круглосуточного, длительного, более пристального, интеллектуального наблюдения за поведением животных и окружающей агропроизводственной инфраструктурой в перспективе будет иметь центральное значение.

Дополнительные информационно-аналитические возможности применения систем интеллектуального видеонаблюдения:

- видеонаблюдение поведения многочисленных и разнообразных объектов в закрытых помещениях, на поточных технологических линиях, при охране периметра и территории агропредприятия или животноводческой фермы;
- определение общего состояния стада животных (число животных, скученность и обособленность животных, активность и беспокойство животных, борьба за лидерство);
- осмотр стада во время пастбы, доения, кормления, поения и отдыха (выявление слабых и сильных животных, здоровых и больных);
- осмотр стада при стойловом или групповом содержании (определение общего состояния животных в группах);
- наблюдение условий содержания животных и работы технологического оборудования;
- определение общего состояния животного (положение тела в пространстве, полнотелость, телосложение, состояние шерстного покрова и кожи, присутствие или отсутствие выделений из носа, глаз, влагалища);

- наблюдение акцентуемого животного и определение структуры поведения (продолжительность лежания, стояния, кормления, поения, движения в стойле, передвижения на пастбище);
- обнаружение больного животного путем селективного осмотра и наблюдения поведенческих реакций;
- обнаружение детальных признаков прохождения половой охоты и осеменения животных;
- наблюдение предродовых признаков и родов животного в специальном помещении;
- установление характера заболевания путем тщательного обследования частей животного (при достаточном освещении, в установленной последовательности: голова, шея, грудная клетка, живот, вымени, матки, таза, конечностей);
- термометрическое наблюдение;
- акустическое наблюдение путем выслушивания.



Структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных:

1 — наблюдаемые животные; 2 — животноводческая ферма; 3 — выгульная площадка или пастбище; 4 — транспортное средство; 5 — видеокамеры; 6 — точки доступа, базовые станции радиочастотной идентификации; 7 — теги, метки радиочастотной идентификации; 8 — спутниковая система глобального позиционирования; 9 — сервер подсистемы определения местоположения; 10 — сервер подсистемы видеозаписи; 11 — видеоархив; 12 — оператор; 13 — монитор

Системы интеллектуального видеонаблюдения основаны на интеграции трех компонентов: видеоподсистемы, подсистемы определения местоположения и спутниковой системы глобальной навигации. Система интеллектуального видеонаблюдения на основе локационных данных, поступающих от подсистемы определения местоположения, осуществляет автоматическое определение активной видеокамеры (в зоне видимости которой находится объект) и выбирает маршрут видеозаписи. Видеоподсистема получает видеопоток от активной камеры и передает по выбранному маршруту в видеоархив или посылает оператору. При использовании в системе поворотных камер осуществляется непрерывное видеосопровождение объекта наблюдения на протяжении участка его движения. Благодаря использованию данных от системы позиционирования и анализу видеоизображения, система интеллектуального видеонаблюдения осуществляет слежение за определенным объектом без привлечения оператора. Данную систему можно использовать, например, на животноводческих фермах. На рисунке приведена структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционно-видеонаблюдения поведения животных.

На животноводческой ферме, где развернута система, размещаются базовые станции определения местоположения и видеокамеры. К объекту (животное, человек, мобильный агрегат, транспортное средство), за которым ведется наблюдение, кре-

пится мобильное устройство — тег (метка). Базовые станции измеряют расстояние до тега и передают полученные данные серверу подсистемы определения местоположения, который переводит их в координаты. Затем эти координаты поступают на сервер видеоподсистемы, который в свою очередь производит захват видеопотока от соответствующей камеры и выполняет его дальнейшую обработку.

Использование предлагаемой системы позволит: автоматически переключать видеоизображения с разных камер на основе анализа координат наблюдаемого объекта;

- регистрировать видеоизображения в момент движения интересующего объекта перед камерой;
- получить качественное видеоизображение;
- увидеть интересующий объект в разных ракурсах, соответствующих основным зонам агротехнологических процессов;
- производить видеонаблюдение за каждым животным автоматически, без оператора;
- формировать архив видеоданных о поведении каждого интересующего объекта;
- дальнейшее уточнение поведенческих реакций и диагностирования интересующего объекта проводить с помощью анализа изображения на сервере видеоподсистемы.

Выводы

1. Видеонаблюдение — перспективный способ регистрации поведенческих характеристик подвижных объектов аграрного производства.

2. Совместное использование глобального наведения, локального позиционирования и интеллектуального видеонаблюдения в аграрном производстве значительно расширит информацион-

но-управляющие функции автоматизированных агротехнологических процессов.

3. Система видеонаблюдения повышает эффект присутствия специалиста в зонах производства, обеспечивает пристальное внимание к состоянию интересующего объекта и позволяет осуществлять постоянный контроль за его поведением, а следовательно, осуществлять эффективное управление.

Список литературы

1. Левшин А.Г., Башилов А.М., Головкин В.А. Автоматическое пилотирование и диспетчеризация мобиль-

ных агрегатов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. — 2011. — № 2. — С. 18–22.

2. Принципы построения и варианты реализации систем электроснабжения, навигации и управления движением перспективных агроагрегатов / Д.С. Стребков, А.М. Башилов, В.А. Королёв, В.З. Трубников // Ползуновский вестник. — 2011. — № 2–2. — С. 280–284.

3. Башилов А.М., Королёв В.А. Видеонаблюдение и навигация в системах точного земледелия // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. — 2009. — № 3(34). — С. 7–11.

4. Башилов А.М. Проект управления аграрным производством на основе систем видеомониторинга // Техника и оборудование для села. — 2010. — № 10. — С. 46–48.

УДК 621.18:621.348.52

С.А. Андреев, канд. техн. наук

Е.А. Петрова

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени А.А. Тимирязева

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ОЗОНАТОРОМ

Озон, являясь сильным окислителем, способен существенно интенсифицировать процесс горения органического топлива. На этом явлении, а также, принимая во внимание дешевизну получения озона, был разработан способ повышения эффективности горения в топочных камерах водогрейных котлов [1]. Для успешной реализации способа концентрация озона не должна выходить за установленные пределы.

Установлено, что при сжигании природного газа наилучшие результаты достигаются при концентрации озона на уровне 60...150 мг/м³. Концентрация озона в топочной камере при неизменной его подаче не остается постоянной. На величину концентрации озона влияют текущие свойства газа, интенсивность отвода продуктов сгорания, а также интенсивность самого процесса горения. Становится очевидным, что при реализации способа интенсификации горения концентрацией озона следует управлять. Искусственное управление концентрацией может быть легко достигнуто за счет изменения расхода подаваемого озона. А это, в свою очередь, можно сделать, изменяя производительность озонатора.

Для практического управления процессом необходимо знать количественные характеристики взаимосвязи перечисленных факторов. Во избежание заблуждений при теоретическом толковании изучаемых явлений эту взаимосвязь целесообразно установить экспериментально, поэтому можно экспериментально определить зависимость концентрации озона в топочной камере Y от интенсивности горения X_1 , с одной стороны, и производительность озонатора X_2 — с другой. Получив такую

зависимость, окажется возможным составление количественных предписаний (алгоритма) для управления процессом в производственных условиях.

Для определения массового содержания озона в воздушной среде экспериментальной камеры использовался диффузионный измеритель концентрации озона типа НТИКО-1 с газовым сенсором MEMBRAPOR. В исследуемом диапазоне концентрации озона этот прибор имеет разрешение 0,8 мг/м³ при погрешности $\pm 20\%$. Длительность переходного процесса при осуществлении измерений составляет 15...20 с. Процесс формирования концентрации озона в экспериментальной камере после изменения величин X_1 и X_2 является динамическим. При этом длительность переходного процесса может достигать нескольких минут. Однако в целях упрощения эксперимента производилось измерение установившегося значения концентрации, формирующееся в течение 300 с. Таким образом, в качестве исследуемой функции выступало значение экспериментально замеренной концентрации озона $K = Y$.

В качестве количественной характеристики интенсивности горения из ряда тепловых, химических и других величин был сделан выбор в пользу светового потока. Использование для этой цели температуры внутри камеры было отклонено, так как она зависит не только от интенсивности горения, но и от условий окружающей среды. Оценка интенсивности горения по химическому составу продуктов сгорания неудобна и также не является вполне объективной. В то же время световой поток определяется пламенем горения и может быть определен по косвенному показателю, например,