

**Ю.Н. Рогальская,
Е.Л. Жилич,
В.В. Никончук**

*Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства», г. Минск
E-mail: rogalskaya.juliya@yandex.ru*

СПОСОБЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ключевые слова: доильная робототехника, доильный цикл, позиционирование, вымя, лазер, ультразвуковой датчик, сосок, доильный аппарат.

Keywords: milking robotics, milking cycle, positioning, udder, laser, ultrasonic sensor, teat, milking machine.

Аннотация: рассмотрены способы позиционирования доильного оборудования.

Summary: methods of milking equipment positioning are considered.

Роботизированная технология доения коров имеет как существенные преимущества, так и определенные недостатки. В качестве основного недостатка можно выделить сложность при позиционировании доильного оборудования на вымени коров, ввиду чего при формировании стада приходится отбраковывать до 15 % коров, которые не соответствуют требованиям к роботизированной системе доения [1].

При проектировании и создании манипулятора доения производители выбирают из следующих способов позиционирования доильного аппарата на вымени:

- с помощью 3D-камер;
- с помощью лазера;
- с помощью ультразвуковых датчиков.

Необходимо отметить, что большинство производителей комбинируют несколько из вышеперечисленных устройств, облегчающих процесс позиционирования.

Основным и наиболее распространенным способом позиционирования доильного оборудования является использование 3D-камер, которые составляют основы технического зрения.

В таких камерах применяется технология RGBD (в переводе с английского – красный, зеленый, синий, глубина). Данная технология

позволяет обрабатывать 2D-изображения RGB и данные 3D-глубины с помощью датчика глубины. Этот датчик основан на активном стереофоническом подходе, который использует инфракрасный структурированный свет для вычисления глубины 3D из сцены. Карта глубины строится путем анализа закодированного изображения инфракрасного лазерного излучения и трансформируется в трехмерное «облако» точек. Этот датчик имеет лучшее разрешение, чем его аналоги TOF-камеры времяпролетного действия (Time of Flight) [2].

Еще одним вариантом технического зрения является использование стереопары. Стереопара – вид стереоизображения, представленный парой плоских перспективных изображений объекта, сделанных с помощью камер, которые получили из двух разных точек зрения, расположенных между собой на расстоянии, соответствующем межзрачковому расстоянию человека. Данное решение эффективно применяется в робототехнике при внедрении простых, но эффективных систем получения 3D-изображений [3].

Хотя технология RGBD является более надежной, но большинство производителей используют TOF-камеры в комплексе с другими устройствами, облегчающими процесс позиционирования.

В доильном роботе Lely – Astronaut A4 (рисунок 1), на данный момент, используется инновационная система управления манипулятором. Система состоит из 3D TOF-камеры, лазерного датчика и фотодатчика. 3D-камера установлена в верхней части робота так, что позволяет определять местоположение крестца коровы.



Рисунок 1 – Доильный робот Lely – Astronaut A4

Алгоритмы обработки видеоизображения определяют положение крестца коровы в пространстве и фиксируют его относительно нулевой точки. Манипулятор корректирует свое местоположение относительно данных,

полученных с 3D-камеры. Далее с помощью лазерного модуля, который установлен в «руке» манипулятора, определяется местоположение вымени.

Последним действием в системе наведения служит отдельное лазерное трехуровневое сканирование каждого соска. Это позволяет системе определять нахождение каждого соска в пространстве относительно нулевой точки, скорректировать положение манипулятора и произвести одевание доильного стакана.

В доильном роботе DeLaval – VMS (рисунок 2) система технического зрения установлена непосредственно «в руке» манипулятора. 3D-камера определяет местоположение вымени и сосков относительно манипулятора. Также в доильном роботе DeLaval – VMS присутствует система определения упитанности животных, основанная на использовании этих же камер.

Доильный робот GEA Farm Technologies – Mlone (рисунок 3) для определения вымени и сосков использует 3D TOF-камеру без лазерных излучателей. 3D-камера установлена в «руке» манипулятора [4].



Рисунок 2 – Доильный робот DeLaval – VMS



Рисунок 3 – Доильный робот GEA Farm Technologies – Mlone

Основными недостатками текущих систем и алгоритмов является то, что существует определенная нехватка способов получения и обработки общей перспективы изображения.

Сама компания GEA признает, что могут быть проблемы с подсоединением в следующих случаях: если у коровы есть пятый сосок (лишний сосок); если два соска находятся близко друг к другу; при набухшем вымени, когда соски торчат вбок.

На сегодняшний день в совокупности с 3D-камерами целесообразно применение лазерных и ультразвуковых датчиков расстояния.

Использование датчиков расстояния способствует более быстрому определению расположения до сосков и их крайних точек.

Благодаря использованию данных датчиков манипулятор более точно корректирует свое местоположение, что позволяет системе определять нахождение каждого соска в пространстве относительно нулевой точки, скорректировать положение манипулятора и произвести одевание доильного стакана.

Проведенный анализ способов позиционирования доильного оборудования ведущих зарубежных фирм, используемых при роботизированной системе доения, показывает их конструктивную схожесть. Исходя из вышеизложенного, целесообразно обобщить опыт проектирования промышленных и специализированных роботов для доения коров с целью разработки и создания доильного робота отечественного производства.

Список использованной литературы

1. Кирсанов, В. В., Павкин, Д. Ю., Подобедов, П. Н., Никитин, Е. А. Направления исследований в создании автоматизированных систем почетвертного доения для станочных доильных установок // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 16–20.
2. Кирсанов, В. В., Павкин, Д. Ю., Шилин, Д. В., Рузин, С. С., Юрочка, С. С. Концепция, модели и схемы дифференцированного управления в роботизированном манипуляторе доения : Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22(1) – С. 128–135.
3. Кирсанов, В. В., Павкин, Д. Ю., Юрочка, С. С., Матвеев, В. Ю. Сравнительный анализ и подбор систем технического зрения в молочном животноводстве : ВЕСТНИК НГИЭИ, Учредители : Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. 2019. – №1(92). – С. 69–79.
4. Концепция «Разумного доения» компании GEA. Иллюстрированное руководство по оптимальной технике доения коров / Н. Шуринг // Copyright 2016 by GEA Farm Technologies, Inc. – USA. – 160 с.