

севооборотах многофакторного полевого опыта // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020 № 6 (378) С. 94-97. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-16124.

УДК 637.112.5

Е. Л. Жилич, канд. техн наук, доцент,

Ю. Н. Рогальская, В.В. Никончук,

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

К ПРОБЛЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ СОСКОВ КОРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ключевые слова: сосок, матрица вращения, обнаружение, алгоритм, камера, набор данных.

Key words: nipple, rotation matrix, detection, algorithm, camera, dataset.

Аннотация. Процесс обнаружения сосков вымени коров состоит из ряда этапов обработки и анализа изображений, которые вместе образуют общий алгоритм. От выбранного метода обнаружения, алгоритма анализа, обработки и используемого оборудования напрямую зависит результат эффективности процесса доения.

Abstract. The process of detecting cow udder teats consists of a number of stages of image processing and analysis, which together form a general algorithm. The efficiency of the milking process directly depends on the selected detection method, analysis algorithm, processing and equipment used.

Мировой опыт молочного скотоводства подтверждает устойчивую тенденцию развития роботизированного доения как одного из перспективных направлений, обладающих целым рядом очевидных преимуществ. Разработка собственных простых и оригинальных решений обеспечит гораздо более высокий уровень локализации выпускаемого оборудования по сравнению с копированием готовых продуктов, предполагающим использование дорогостоящих элементов, устройств и целых агрегатов.

С целью снижения времени позиционирования доильных стаканов на сосках вымени коров лабораторией механизации процессов производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ООО «Полиэфир АГРО» при разработке отечественной роботизированной системы доения, на основе теоретических и аналитических исследований, определен метод обнаружения сосков.

Метод состоит из ряда этапов обработки и анализа изображений, которые вместе образуют общий алгоритм обнаружения сосков. Алгоритм использует в качестве входных трехмерный набор данных с 3D камеры, а также информацию о положении и ориентации камеры, полученную от роботизированного манипулятора, на котором установлена камера. В результате обработки входных данных алгоритм генерирует набор обнаруженных сосков, включая их положение, размер и ориентацию [1, 2].

С точки зрения обработки изображения оптимальное расположение камеры прямо под выменем коровы, смотрящей вверх на сосок. Это обеспечит обзор всего вымени и возможность измерения точек данных со всех сторон вымени [3]. Однако из-за особенностей расположения роботизированной руки и физиологии коровы камера будет расположена позади коровы и смотрит на соски под углом, который отклоняется от вертикали на угол α . Первый шаг алгоритма – компенсация этого угла (нормализация угла обзора, рисунок 1).

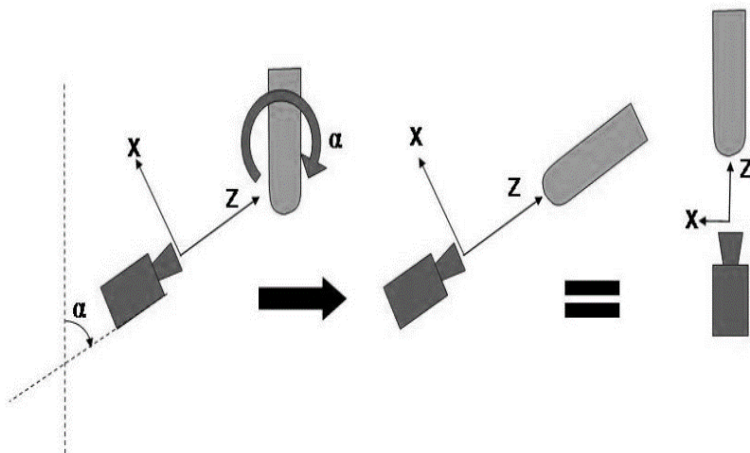


Рисунок 1. Нормализация угла обзора

Поворот на α градусов вокруг оси x с последующим поворотом на β градусов вокруг оси y вычисляется с помощью матрицы вращения R .

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) \\ \sin(\alpha)\sin(\beta) & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha)\cos(\beta) \\ -\cos(\alpha)\sin(\beta) & \sin(\alpha) & \cos(\alpha)\cos(\beta) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

С помощью XYZ-представления точек данных применяется вращение:

$$XYZ_{\text{вращ}} = XYZ \cdot R. \quad (2)$$

Для получения исходного набора данных определяется обратное вращения путем интегрирования исходной матрицы.

$$XYZ = XYZ_{\text{вращ}} \cdot R^{-1}. \quad (3)$$

Несмотря на то, что набор данных повернут и соски висят близко к вертикали, эти операции только имитируют вид прямо из-под соска и не восстанавливают ранее скрытые части.

Также на обнаружение сосков влияют помехи при видеонаблюдении (шумы). Для удаления шума из изображений используется низкочастотная фильтрация. Шум имеет гораздо более высокую частоту, чем основные характеристики изображения. В промышленном контроллере используется усредняющий фильтр, производится вычисление среднего значения интенсивности пикселя в области каждого пикселя для вычисления конечно-го отфильтрованного значения в каждом пикселе.

Для устранения размытости усредняющего фильтра используется алгоритм сглаживания каналов.

В ходе подключения стаканов животное может менять положение в боксе и положение сосков будет меняться, поэтому алгоритм работает постоянно, отправляя команды на корректировку положения манипулятора.

Возможности обработки полученных XYZ-данных на данный момент достаточно ограничены. Большая часть анализа должна производиться после преобразования их в изображение. При разработке роботизированных систем доения необходимо уделить особое внимание нахождению и распознаванию сосков, поскольку без данной опции осуществить процесс доения будет невозможно.

Список использованной литературы

1. Скворцов, Е. А. Доильная робототехника и ее влияние на качество молока / Е. А. Скворцов, Е. Г. Скворцова // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 4. – С. 31.

5. Хуршудов, А. А. Построение трехмерных карт признаков на основе видеофрагментов методом оптического потока / А. А. Хуршудов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3(217–222). – С. 115–124.

6. Юрочка, С. С. Разработка методов определения биометрических и температурных параметров вымени лактирующих животных на основе оптических технологий : автореферат дис. кандидата технических наук : 05.20.01 / Юрочка Сергей Сергеевич; [Место защиты: ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»]. – Москва, 2022. – 24 с.