

Контрольно- измерительная система динамического измерения габаритов грузов

А.М. Ланкин, А.Н. Бакланов, А.К. Землякова, М.В. Мусин,

А.Н. Парыкин, В.С. Чередниченко

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)

им. М. И. Платова, Новочеркасск

Аннотация: Система измерения габаритов грузов предназначена для потокового измерения габаритов грузов, которыми могут быть багаж в аэропортах и перевалочных базах, различные посылки, а также коммерческие грузы. Авторами статьи разработаны структурная и функциональная схемы контрольно-измерительной системы динамического измерения габаритов грузов, а также рассмотрены принципы ее функционирования.

Ключевые слова: контрольно- измерительная система, измерения, габариты грузов, багаж, автоматизированные системы.

В настоящее время наблюдается стремительное развитие возможностей вычислительной техники, что ведет за собой совершенствование подходов к автоматизации работы на различных предприятиях. Поэтому немаловажной задачей является разработка системы измерения габаритов грузов в заданных условиях наблюдения с определенными требованиями к погрешности результатов измерения [1 – 3]. Автоматическое измерение габаритов грузов позволяет значительно ускорить процесс по сравнению с ручным контролем, исключить влияние человеческого фактора, оптимизировать расходы на транспортировку грузов, а также собирать статистику для дальнейшей обработки и прогнозирования логистики.

Для решения подобных задач известно множество видов датчиков перемещений и расстояний, в основе которых лежат различные оптические эффекты и свойства [4 – 6]. Предлагается использовать метод оптической триангуляции. Он базируется на расчете нужного расстояния через свойства треугольника с учетом установленных характеристик системы (рисунок 1). Преобразователь представляет собой дальномер, который фиксирует излучение, рассеянное от поверхности объекта, и определяет угол отражения,

что позволяет вычислить расстояние до объекта. Такие датчики точны и имеют высокую скорость отклика. К недостаткам таких преобразователей относят сложность конструкции.

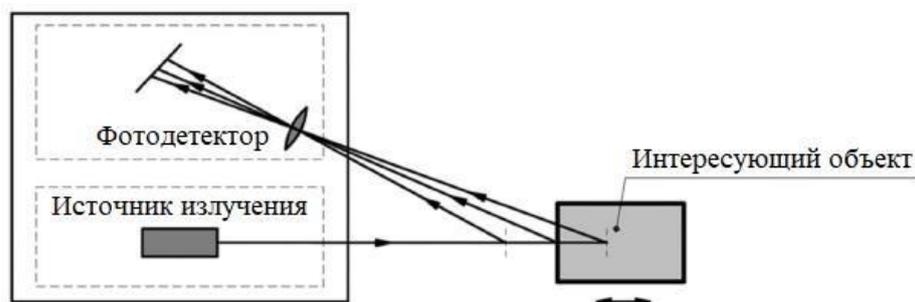


Рисунок 1. Оптический преобразователь перемещения на основе схемы оптической триангуляции

На рисунке 2 изображена принципиальная схема триангуляционного измерителя для нашей системы.

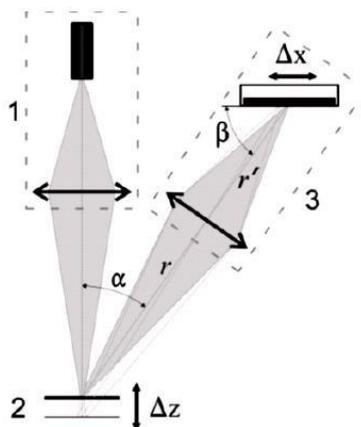


Рисунок 2. Принципиальная схема триангуляционного измерителя: 1 - канал излучателя, 2 - контролируемая поверхность, 3 - приёмный канал

Схема триангуляционного измерителя работает по описанной ниже логике [7, 8]. Канал излучателя 1 создает световое пятно на объекте измерения 2. Далее рассеянный поверхностью объекта измерения свет попадает в канал приемника 3. Таким образом, создается изображение светового пятна в плоскости фотоприемника. При перемещении объекта измерения на величину Δz , световое пятно в плоскости фотоприемника смещается Δx . Зависимость смещения объекта измерения Δz от перемещения

светового пятна в плоскости фотоприемника Δx , может быть описана следующим уравнением:

$$\Delta z = \frac{r \cdot \sin \varphi}{\sin(\alpha - \varphi)},$$

где $\alpha = \alpha_0 - \Delta z$, $\Delta z = Z - D_{baz}$, $\varphi = \arctg\left(\frac{A \cdot \Delta x}{1 + B \cdot \Delta x}\right)$, $A = \frac{\sin \beta}{r'}$, $B = \frac{-\cos \beta}{r'}$,

r и r' – это расстояния от объекта измерения 2 до проецирующего объектива приемного канала 3, и от проецирующего объектива до фотоприемника, при том, что объект измерения находится на расстоянии D_{baz} (в центре диапазона измерений смещений). Также, на величину смещения светового пятна в плоскости фотоприемника Δx влияет угол наклона контролируемой поверхности, изменяя угол α . Изменение угла α влечет за собой изменение угла β , величина которого может быть выражена через 2 стороны и угол между ними. На рисунке 3 приведены обозначения треугольника [9, 10].

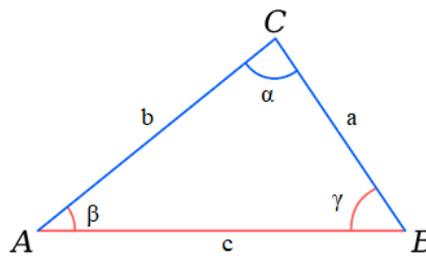


Рисунок 3. Схема, иллюстрирующая взаимное расположение сторон и углов треугольника

Здесь a – расстояние от излучателя до контролируемой поверхности, b – расстояние от контролируемой поверхности до фотоприемника, c – расстояние от излучателя до фотоприемника. Таким образом, угол β :

$$\beta = \arccos \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \arccos \frac{b - a \cos(\alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos(\alpha)}}.$$

Подставив обозначения, примененные при описании схемы триангуляционного измерителя, имеем:

$$\beta = \arccos \frac{(r + r') - D_{baz} \cos(\alpha + \Delta\alpha)}{\sqrt{D_{baz}^2 + (r + r') - 2ab \cos(\alpha + \Delta\alpha)}}.$$

Исходя из вышеперечисленного, модель имеет вид системы уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta z = \frac{r \cdot \sin \varphi}{\sin(\alpha - \varphi)} \\ \varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{A \cdot \Delta x}{1 + B \cdot \Delta x} \right) \\ A = \frac{\sin \beta}{r'} \\ B = \frac{-\cos \beta}{r'} \\ \beta = \arccos \frac{(r + r') - D_{baz} \cos(\alpha + \Delta \alpha)}{\sqrt{D_{baz}^2 + (r + r') - 2ab \cos(\alpha + \Delta \alpha)}} \\ \Delta z = Z - D_{baz} \\ \alpha = \alpha_0 - \Delta z \end{array} \right.$$

На рисунке 4 представлена схема технологического процесса динамического измерения габаритов грузов:

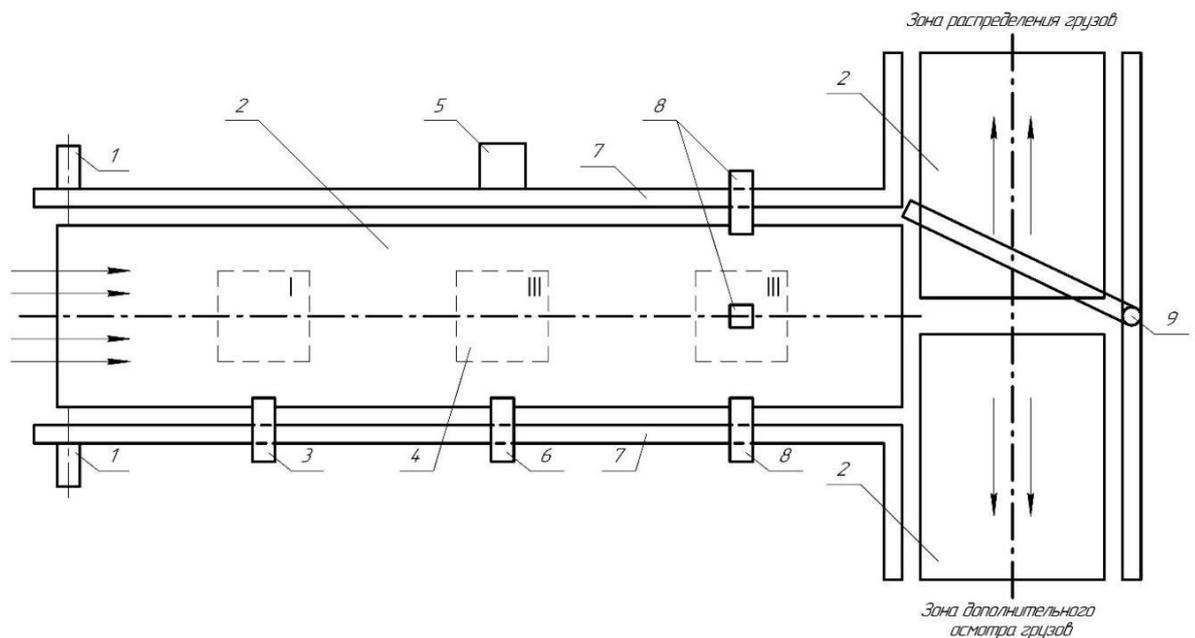


Рисунок 4. Технологический процесс динамического измерения габаритов грузов

Технологический процесс определения габаритов грузов может быть условно разделен на 3 этапа. Груз 4 перемещается по конвейерной ленте 2,

где в качестве направляющих выступают борта 7 конвейерной ленты. В первой зоне происходит съёмка грузов на камеру 3 и передача фотографии в блок управления 5 для получения и сохранения внешнего вида грузов. Данная операция может производиться для фиксации соблюдения правил обработки грузов. Фотография хранится на съёмном носителе, а также может использоваться для формирования базы снимков, что будет полезно при интеграции в систему искусственного интеллекта. Подобная модернизация системы позволит применять различные методы анализа грузов для оптимизации производственных процессов, обучения систем машинного зрения, выявления нарушений правил обработки грузов. Во второй зоне происходит считывание штрих-кода специальным сканером 6. В третьей зоне происходит измерение расстояния от датчиков до грузов датчиками 8. Габариты грузов вычисляются путем вычитания из общей ширины конвейерной ленты расстояния до грузов. Конвейер приводится в движение сервоприводами 1, которые запускаются и контролируются устройством управления оборотами, непосредственно входящим в состав самого привода. Также в конструкцию сервопривода входит датчик его оборотов. Скорость перемещения ленты зависит от оборотов сервоприводов 1 и может изменяться блоком управления 5. В случае несоответствия требованиям, груз может направиться на дополнительный досмотр путем перемещения заграждающей перегородки 9. Система управления также имеет возможность управлять скоростью сервоприводов, для предотвращения забивания конвейера грузом.

Разработанная авторами функциональная схема контрольно-измерительной системы приведена на рисунке 5. Схема работает по следующему алгоритму: блок управления (БУ) посылает управляющий импульс на блок управления сервоприводов (БУС) и конвейерная лента начинает движение. Обороты вращения сервоприводов передаются на БУ. БУ

может регулировать обороты сервоприводов посылая импульсы на устройства управления оборотами сервопривода, входящих в БУС. Камера (К) выполняет съёмку внешнего вида, измеряемого грузов, и передает данные в БУ, который передаёт их в персональный компьютер (ПК).

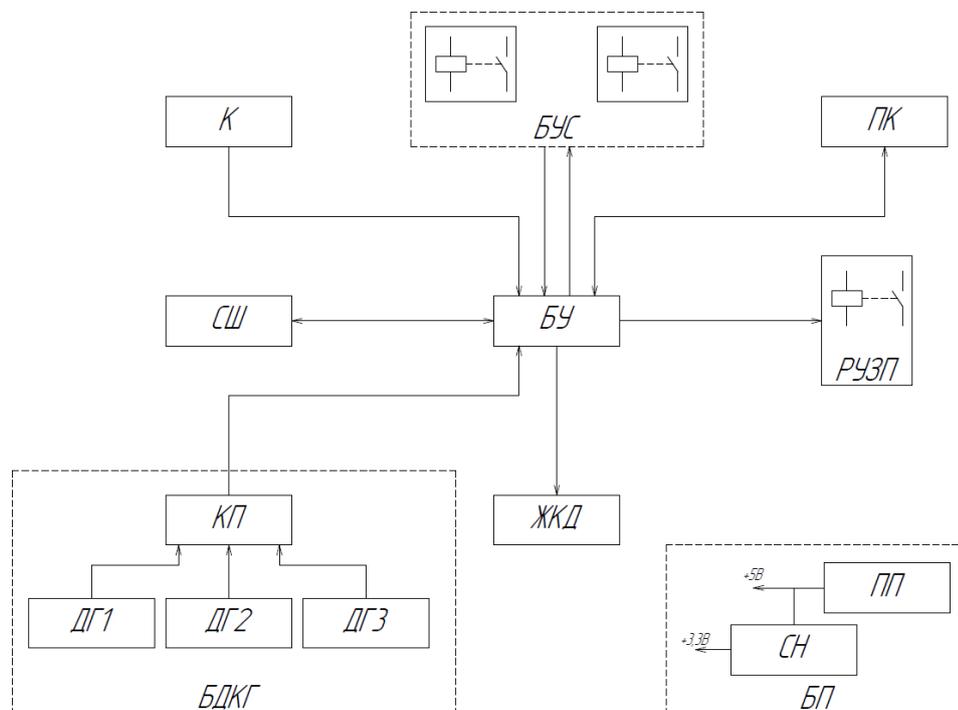


Рисунок 5. Функциональная схема контрольно-измерительной системы динамического измерения габаритов грузов

Сканер штрих-кода (СШ) сканирует коды, прикрепленные к грузу и посредством БУ передаёт их в ПК. Датчики габаритов (ДГ1–ДГ3) в составе блока датчиков контроля габаритов (БДКГ) выполняют измерение размеров грузов и через коммутатор приемопередающий (КП) передают данные на БУ. В случае несоответствия какого-либо параметра, БУ посылает запрещающий импульс на реле управления заграждающей перегородкой (РУЗП) и подозрительный груз отправляется в зону дополнительного досмотра.

Таким образом, была разработана контрольно-измерительная система динамического измерения габаритов грузов, а также рассмотрены принципы функционирования ее датчиков.

Литература

1. Patil J. T. and Patil M. E., Cargo space optimization for container, 2016 International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICCC), 2016, pp. 68-73.
 2. Vrabel J., Jagelčák J., Stopka O., Kiktová M. and Caban J., Determination of the maximum permissible cargo length exceeding the articulated vehicle length in order to detect its critical rotation radius (February 2017), 2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety, 2018, pp. 1-7.
 3. Zhu Zhigang, Zhao Li and Lei Jiayan, 3D Measurements in Cargo Inspection with a Gamma-Ray Linear Pushbroom Stereo System, 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05) - Workshops, 2005, pp. 126-126.
 4. Huang S., Qiao J. and He H., The Contactless Measurement for Big Cargo Extraction of Trajectory and Attitude Parameters Based on Multi-station and Differ-reference, 2018 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Internet of Things (CCIOT), 2018, pp. 408-411.
 5. Chai X., Qian D., Ba Q., Li A., Zhang Y. J. and Yang G., Image-based measurement of cargo traffic flow in complex neurite networks, 2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2017, pp. 3290-3294.
 6. Kirkendall B., Li Y. and Oldenburg D., Imaging Cargo Containers Using Gravity Gradiometry, in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2007, vol. 45, no. 6, pp. 1786-1797.
 7. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. – М.: Телеком, 2007. – 95 с.
 8. Михайлов П.Г., Ожикенов К.А. Особенности измерения и контроля геометрических параметров элементов и узлов датчиков физических величин // Измерение. Управление. Контроль, - 2015. №1, с.36-43.
-

9. Gajda J., Burnos P. and Sroka R., Accuracy Assessment of Weigh-in-Motion Systems for Vehicle's Direct Enforcement, in IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 88-94.

10. B. Li, S. Zhan, J. Hu, W. Sun and G. Zhang, New Strategy for Weigh-in-Motion Measurement Based on Vibration Sensors, 2018 IEEE 8th Annual International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER), 2018, pp. 1595-1599.

References

1. Patil J. T. and Patil M. E., International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC), 2016, pp. 68-73.

2. Vrábel J., Jagelčák J., Stopka O., Kiktová M. and Caban J., XI International Science-Technical Conference Automotive Safety, 2018, pp. 1-7.

3. Zhu Zhigang, Zhao Li and Lei Jiayan, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05) - Workshops, 2005, pp. 126-126.

4. Huang S., Qiao J. and He H., IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Internet of Things (CCIOT), 2018, pp. 408-411.

5. Chai X., Qian D., Ba Q., Li A., Zhang Y. J. and Yang G., IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2017, pp. 3290-3294.

6. Kirkendall B., Li Y. and Oldenburg D., IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2007, vol. 45, no. 6, pp. 1786-1797.

7. Kotyuk A.F. M. Datchiki v sovremennyh izmereniyah [Sensors in modern measurements]. Telekom, 2007. 95 p.

8. Mihajlov P.G., Ozhikenov K.A. Izmerenie. Upravlenie. Kontrol', 2015. №1, pp.36-43.

9. Gajda J., Burnos P. and Sroka R., IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 88-94.



10. B. Li, S. Zhan, J. Hu, W. Sun and G. Zhang, IEEE 8th Annual International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER), 2018, pp. 1595-1599.