

МНОГОКАНАЛЬНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА С ИЗБЫТОЧНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЭЛЕМЕНТОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Лузанов А. А.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Коняхин И. А.¹

¹Университет ИТМО

Введение

При проведении контроля и мониторинга деформаций инженерных сооружений возникает задача определения пространственных координат элементов крупногабаритных конструкций. Точность таких измерений имеет принципиальное значение при оценке технического состояния объектов и анализе их эксплуатационной надёжности. В ряде прикладных задач, включая контроль прогибов корпусных конструкций, применяются специализированные измерительные устройства, однако точность определения координат таких систем ограничена числом контрольных точек и особенностями измерительной схемы [1]. Современные оптико-электронные триангуляционные системы позволяют осуществлять бесконтактные измерения положения объекта за счет увеличения количества измерительных каналов. При использовании многоканальных систем формируется система переопределённых уравнений, в которой число уравнений превышает количество определяемых координат. Традиционно избыточность устраняется путём исключения части уравнений, что приводит к потере части измерительной информации. В связи с этим актуальной является задача анализа методов обработки переопределённых систем уравнений и оценки их влияния на точность координатных измерений [2].

Основная часть

Рассматриваемая система основана на регистрации положений визирных марок, размещённых на контролируемых элементах конструкции. Каждый измерительный канал формирует независимые данные о положении объекта, что приводит к получению переопределённой системы уравнений при восстановлении пространственных координат. На практике переход к переопределённой системе чаще всего может происходить в двух случаях: при преднамеренном отбрасывании части измерительной информации для упрощения вычислений либо при невозможности корректного определения одной из координат вследствие геометрических ограничений измерительной схемы или недостаточной чувствительности каналов. В обоих случаях количество используемых уравнений становится больше числа неизвестных, что делает систему переопределённой и в большинстве случаев не позволяет точно определить решение системы, а следовательно, и координаты объекта.

В работе выполнен сравнительный анализ двух подходов к обработке данных. Первый подход основан на исключении части уравнений и приведении системы к минимально определённой форме, таким образом получая обычную систему линейных уравнений. Второй подход использует всю совокупность измерений с применением методов решения переопределённых систем линейных уравнений, включая метод наименьших квадратов, QR-разложение и метод псевдообратной матрицы Мура–Пенроуза [3].

Выводы

Показано, что обработка переопределённых систем уравнений с использованием всей совокупности измерений обеспечивает более устойчивое решение и снижение

влияния случайных погрешностей отдельных каналов по сравнению с подходом, основанным на исключении части уравнений. Применение методов решения переопределённых систем является целесообразным при разработке и совершенствовании многоканальных оптико-электронных триангуляционных систем координатных измерений.

Литература

1. Korotaev V. V., Pantiushin A. V., Serikova M. G., Anisimov A. G. Deflection measuring system for floating dry docks // *Ocean Engineering*. 2016. Vol. 117. P. 39–44. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2016.03.012.
2. Коняхин И. А., Моисеева А. А., Хоанг Ван Фонг. Оптико-электронный автоколлима тор для двухкоординатных угловых измерений // *Изв. вузов. Приборостроение*. 2016. Т. 59, № 7. С. 563—570.
3. Гантмахер, Ф. Р. Теория матриц : учебное пособие / Ф. Р. Гантмахер. — 5-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 560 с. - ISBN 978-5-9221-0524-8.