

появляться на выходе сумматора СФ с соответствующим периодом следования этих сигналов.

Следовательно, использование представления о входном сигнале как о последовательности амплитудно-модулированных « δ -импульсов», позволяет использовать единую методику для анализа ИРС, использующих ССВП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Lityuk V. I.* Ensembles Synthesis of the Complementary Codes Sequences for the Asynchronous Address Communication Systems // World Wireless Congress, May 28-31, 2002, San Francisco. USA, P. 732-737.
7. *Литюк Л. В.* Синтез и обработка радиолокационного одиночного многочастотного сложного сигнала // Известия ВУЗов. «Электромеханика». Специальный выпуск. «Радиоэлектронные устройства и системы». 2005. С. 68 – 73.
8. *Литюк В. И.* Особенности применения сложных сигналов в узкополосных системах радиосвязи // Известия ВУЗов. «Электромеханика». Специальный выпуск. «Радиоэлектронные системы и устройства». 2005. С. 43 – 48.

УДК 621.391

Д.А. Петров

СИСТЕМА НАВИГАЦИИ ПО ОПТИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ

Актуальной является проблема определения местоположения автономных транспортных средств. Существует ряд способов определения местоположения автономного транспортного средства основанных на использовании данных о линейном ускорении, числе оборотов колёс транспортного средства. Однако в некоторых применениях использование таких, простых с точки зрения технической реализации способов, не представляется возможным. Например, если сцепление автономного транспортного средства с грунтом далеко от идеального, то в этом случае информация от датчиков линейного перемещения будет искаженной.

При отсутствии вспомогательных систем навигации позволяющих обеспечить контроль корректности поступающих данных, в рассчитанных значениях текущих координат происходит монотонное накопление ошибки. Причем учесть такие ошибки не представляется возможным.

Одним из способов решения данной проблемы является использование вспомогательных систем, работающих на физических принципах отличных от принципов работы основной навигационной системы. В случае с основной навигационной системой, реализованной на акселерометрах и датчиках линейного перемещения, вспомогательной системой может быть система, определяющая местоположение, следующими способами:

- акустическая локация;
- радиолокация;
- система глобального позиционирования;
- телевизионная навигация;

Акустическая локация

В случае использования акустической локации для определения местоположения, возможно столкнуться с ситуацией, когда расстояние до

объектов локации превышает рабочую дальность, составляющую не более нескольких десятков метров [1]. Возможность возникновения реверберации и появления посторонних шумов на рабочей частоте может привести к существенному искажению навигационной информации. Одним из основных недостатков систем акустической локации является то, что современные системы акустической локации позволяют производить различение ограниченной группы объектов, таких как сферы, плоскости или края [1]. К достоинствам систем акустической локации можно отнести возможность функционирования в условиях сильного запыления, задымлённости или тумана.

Радиолокационное обнаружение местоположения

При использовании радионавигации для определения местоположения расходуется энергия для формирования зондирующих импульсов. Антенны, радиолокационных систем, должны обладать узкой диаграммой направленности. Однако чем уже диаграмма направленности антенны при равных диапазонах рабочих частот, тем большие габариты имеет антенна.

Радиолокационные системы имеют в своём составе достаточно большое число функциональных узлов, что указывает на низкую надёжность аппаратуры. Другим недостатком радиолокационных систем является то, что обнаружение малоразмерного объекта, размеры которого соизмеримы с длиной радиоизлучения, возможно только в непосредственной близости. Действительно в тех случаях, когда длина волны велика по сравнению с линейными размерами цели, падающая волна огибает цель и интенсивность отраженной волны ничтожно мала. Исходя из этого, длина волны радиолокационной системы должна быть меньше размеров объектов, по которым будет определяться навигационной системой [2].

Система глобального позиционирования

Основным недостатком системы глобального позиционирования является то, что она не является универсальной. Сигналы спутников системы глобального позиционирования доступны не во всех местах, где необходимо определения местоположения. Даже в том случае, если сигналы системы доступны, рядовой пользователь может столкнуться с тем, что точность определения координат для гражданских приёмников системы составляет 15 метров. При геометрических размерах носителя навигационной системы намного меньших величины погрешности определения местоположения, неопределённость местоположения определяется в квадрате 15×15 метров [3].

Телевизионная навигация

Существует ряд систем использующих излучение оптического диапазона для определения местоположения и построения карты местности. Примером такой системы может служить система определения перемещения носителя навигационной системы по ряду пар снимков, в том случае, когда информация от основной навигационной системы является недостоверной.

В [4] описан пример построения такой системы. Для определения местоположения используется 6 координат: X, Y, Z, крен, наклон, рыскание. В данном примере визуальная навигационная система является вспомогательной по отношению к системе определения местоположения, реализованной на основе акселерометров и датчиков линейного перемещения (встроенных в колёсные пары) и углового перемещения. Снимаемые данные служат для коррекции

информации, о местоположении полученной после обработки информации от акселерометров и т.п.

К системе визуальной навигации прибегают в том случае, когда колеса, на которых реализованы датчики, проскальзывают, либо автономное транспортное средство скатывается с неровностей ландшафта. Что делает информацию от датчиков линейного перемещения недостоверной.

Для оценки изменения пространственного положения носителя, система визуальной навигации определяет изменение местоположения носителя навигационной системы посредством слежения за характерными точками, как на изображениях отдельных камер, так и в стереопаре. В случае выхода одной камер из строя определение текущего местоположения на основании данных от одной работающей камеры становится достаточно сложной проблемой. Определение местоположения в этом случае возможно, если одновременно использовать информацию от основной навигационной системы и от исправной камеры. Однако следует заметить, что в этом случае точность определения местоположения значительно снижается из-за того, что информация основной навигационной системы может являться недостоверной.

В [5] описан способ определения боковой скорости спускаемого аппарата на основе данных получаемых от видеокамеры во время приземления. Алгоритм определения боковой скорости получил название DIMES. Источники навигационной информации являются комбинированными, помимо визуального изображения местности используется информация о текущей высоте носителя навигационной системы. Следует помнить, что при выходе альтиметра из строя определение боковой скорости становится невозможным.

В [6] описывается алгоритм картографирования и определения местоположения, производится экспериментальное исследование системы реализующей этот алгоритм. Особенностью системы является то, что определение местоположения и построение карты местности осуществляется на основании информации полученной от лазерного дальномера. Основным недостатком этого метода является низкая информативность получаемых карт местности. В качестве модели движения носителя выбирается модель перемещения носителя в двух плоскостях, при неизменной высоте носителя. Жёсткие требования к высоте неоднородностей поверхности не позволяют использовать систему навигации в условиях неровной местности.

Таким образом, проведенный анализ показал, что наиболее перспективным для применения в навигационных системах является стереоскопический метод определения местоположения, это объясняется тем, что данный метод позволяет принимать верные решения о текущем местоположении и позе носителя навигационной системы независимо от качества сцепления носителя с грунтом, характера окружающей местности, размера и формы ориентиров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kleeman L., Kuc R.* Mobile Robot Sonar for Target Localization and Classification.
2. *Кобзарев Ю.В.*, Современная радиолокация. Анализ, расчет и проектирование. М., Сов.радио, 1969г.-704стр.
3. *Parkinson, B.W.* , Global Positioning System: Theory and Applications,

- chap. 1: Introduction and Heritage of NAVSTAR, the Global Positioning System. pp. 3-28, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, D.C
4. *Cheng, Y., Maimone, M., Matthies, L.* "Visual odometry on the mars exploration rovers", paper presented at 2005 IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vol. Vol. 1 pp.903-910.
 5. *Cheng, Y., Goguen, J., Johnson, A., Leger, C., Matthies, L., San Martin, M., Willson, R.* (2004), "The Mars exploration rovers descent image motion estimation system", IEEE Intelligent Systems, Vol. 19 pp.13-21.
 6. *Bailey T.*, «Mobile Robot Localization and Mapping in Extensive Outdoor Environments», The University of Sydney, 2002.