РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **200 039**(13) **U1**

(51) МПК
*G05D 1/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

# (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
*G05D 1/00 (2020.02)*

(21)(22) Заявка: **2020111420, 17.03.2020**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
**17.03.2020**

Дата регистрации:
**01.10.2020**

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **17.03.2020**

(45) Опубликовано: **01.10.2020** Бюл. № **28**

Адрес для переписки:
**443086, г. Самара, ул. Московское ш., 34, ФГАОУ ВО "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева" (Самарский университет), отдел технического контроля, сертификации и патентоведения**

(72) Автор(ы):
**Зеленский Владимир Анатольевич (RU),**
**Овакимян Давид Николович (RU),**
**Серпуховитов Сергей Сергеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева" (Самарский университет) (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 161470 U1, 20.04.2016. RU 164139 U1, 20.08.2016. RU 2046736 C1, 27.10.1995. RU 2562890 C2, 10.09.2015. CN 107991699 A, 04.05.2018. US 9983581 B1, 29.05.2018.**

(54) **Интеллектуальная система автоматического управления беспилотным летательным аппаратом**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к системам управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и может быть использована при разработке интеллектуальных мобильных систем и комплексов с высокой степенью автономности принятия решений.

Устройство состоит из гироскопа 1, акселерометра 2, магнитометра 3, барометра 4, ультразвукового сонара 5, выходы которых соединены с первым входом устройства комплексирования 7, а выход приемника спутниковых сигналов 6 соединен со вторым входом устройства комплексирования 7. Выход сканирующего лидара 8 и первый выход модуля памяти 9 соединены со входом устройства сравнения 10, а второй выход модуля памяти 9, а также выходы интерфейса оперативного управления 11 и устройства мониторинга нештатных ситуаций 12 соединены со входом устройства выбора и коррекции маршрута 13. Выходы устройства комплексирования 7, устройства сравнения 10 и устройства выбора и коррекции маршрута 13 соединены со входами нейронного процессора 14. В устройство входит также интерфейс исполнительных устройств 15, вход которого соединен с выходом нейронного процессора 15, а выход подключен ко входам устройств управления движением 16.

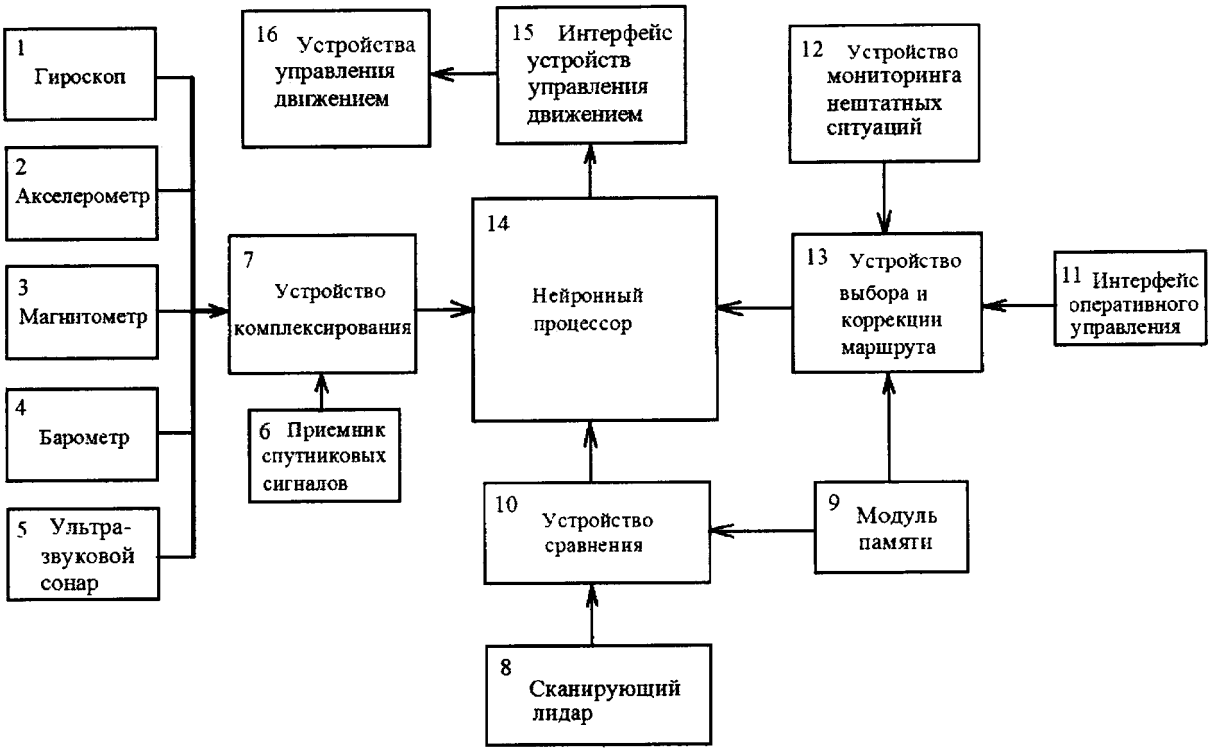
Комплексирование сигналов датчиков и сигналов спутниковой связи повышает достоверность навигационных данных в условиях воздействия внешних факторов. Применение сканирующего лидара позволяет актуализировать электронную карту местности с учетом последних изменений, что является существенным расширением функционала устройства. Подключение модуля памяти, интерфейса оперативного управления и устройства мониторинга нештатных ситуаций к нейронному процессору через устройство выбора и коррекции



RU 200039 U1

RU 200039 U1

маршрута позволяет повысить надежность БПЛА и продлить срок его эксплуатации. Интеллектуальная обработка информации, поступающей в нейронный процессор с выходов устройства комплексирования, устройства сравнения и устройства выбора и коррекции маршрута позволяет повысить вероятность принятия правильного решения в случае воздействия внешних факторов или возникновения нештатных ситуаций. Тем самым повышается эффективность управления беспилотным летательным аппаратом.




Фиг. 1

RU 200039 U1

RU 200039 U1

Полезная модель относится к системам управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и может быть использована при разработке интеллектуальных мобильных систем и комплексов с высокой степенью автономности принятия решений.

Из уровня техники известна система автоматического управления беспилотным летательным аппаратом (Полезная модель РФ 137814, МПК G05D 1/02, опубл. 27.02.2014, бюл. №6), содержащая датчики угловой скорости, акселерометры, магнетометр, датчик абсолютного давления, датчик дифференциального давления, подключенный к аналого-цифровому преобразователю, приемник глобальной навигационной спутниковой системы, интерфейсный модуль, вычислитель системы автоматического управления, подключенный к источнику питания вычислителя, при этом вычислитель включает блок термокомпенсации кодов датчиков угловых скоростей, акселерометров и магнетометра. В устройство также входит источник опорного напряжения, аналоговый вычислитель, модуль датчиков тока и напряжения, съемная энергонезависимая память, контролирующий вычислитель.

Недостатком устройства является наличие большего количества элементов низкой степени интеграции, что снижает его надежность, а также отсутствие комплексирования сигналов инерционных датчиков и сигналов спутниковых систем ориентации.

Из уровня техники известна интеллектуальная система автоматического управления беспилотным летательным аппаратом (Полезная модель РФ 164139, МПК G05D 1/02, B64C 13/00, B64C 19/02, G01S 19/00 опубл. 20.08.2016, бюл. №23), характеризующаяся тем, что состоит из модуля низкоуровневого управления, содержащего контроллер модуля низкоуровневого управления на базе 32-разрядного микропроцессора, нейросетевой чип, COM-порт, интерфейсы подключения устройств управления движением, интерфейсы подключения внешних датчиков, приемник GNSS, разъем электропитания, модуль мониторинга электропитания, четыре бароальтиметра, четыре магнитометра, четыре акселерометра, четыре гироскопа, четыре термометра, и модуля высокоуровневого управления, содержащего контроллер на базе 32-разрядного микропроцессора, объединенного с графическим процессором, видеовыход, два USB-порта, Wi-Fi модуль и накопитель данных.

Недостатком устройства является низкая степень автономности беспилотного летательного аппарата, а также ограниченное использование возможностей интеллектуальной обработки навигационной информации, что снижает эффективность управления БПЛА.

Данное устройство принято за прототип.

В основу полезной модели поставлена задача - повышение эффективности управления беспилотным летательным аппаратом в условиях воздействия внешних факторов.

Задача решается за счет того, что в интеллектуальную систему автоматического управления беспилотным летательным аппаратом, содержащую гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометр, ультразвуковой сонар, приемник спутниковых сигналов, модуль памяти, интерфейс оперативного управления, устройство мониторинга нештатных ситуаций, интерфейс устройств управления движением, выход которого соединен со входом устройств управления движением, введены устройство комплексирования, к первому входу которого подключены выходы гироскопа, акселерометра, магнитометра, барометра, ультразвукового сонара, а ко второму входу подключен выход приемника спутниковых сигналов, устройство сравнения, ко входам которого подключены выход сканирующего лидара и первый выход модуля памяти, устройство выбора и коррекции маршрута, ко входам которого подключены второй выход модуля памяти, выходы интерфейса оперативного управления и устройства

мониторинга нештатных ситуаций, причем выходы устройства комплексирования, устройства сравнения и устройства выбора и коррекции маршрута соединены со входами нейронного процессора, выход которого подключен ко входу интерфейса устройств управления движением.

Комплексирование показаний датчиков и сигналов спутниковой связи позволяет повысить автономность системы при сохранении точности определения навигационных параметров. Устройство сравнения обеспечивает актуализацию карты местности. Устройство выбора и коррекции маршрута позволяет вносить изменения в маршрут следования беспилотного летательного аппарата в силу возникших обстоятельств. Нейронный процессор используется для аппаратного ускорения алгоритмов искусственных нейронных сетей, что позволяет обрабатывать сигналы от устройств комплексирования, сравнения, выбора и коррекции маршрута в режиме реального времени. Тем самым достигается повышение эффективности управления беспилотным летательным аппаратом в условиях воздействия внешних факторов.

На фиг. 1 представлена схема интеллектуальной системы автоматического управления беспилотным летательным аппаратом.

Устройство состоит из гироскопа 1, акселерометра 2, магнитометра 3, барометра 4, ультразвукового сонара 5, выходы которых соединены с первым входом устройства комплексирования 7, а выход приемника спутниковых сигналов 6 соединен со вторым входом устройства комплексирования 7. Выход сканирующего лидара 8 и первый выход модуля памяти 9 соединены со входом устройства сравнения 10, а второй выход модуля памяти 9, а также выходы интерфейса оперативного управления 11 и устройства мониторинга нештатных ситуаций 12 соединены со входом устройства выбора и коррекции маршрута 13. Выходы устройства комплексирования 7, устройства сравнения 10 и устройства выбора и коррекции маршрута 13 соединены со входами нейронного процессора 14. В устройство входит также интерфейс исполнительных устройств 15, вход которого соединен с выходом нейронного процессора 15, а выход подключен ко входам устройств управления движением 16.

Устройство работает следующим образом.

С навигационных датчиков, а именно гироскопа 1, акселерометра 2, магнитометра 3, барометра 4, ультразвукового сонара 5 информация об угловой скорости, линейном ускорении, направлении движения и высоте БПЛА поступает на первый вход устройства комплексирования 7. На второй вход устройства комплексирования 7 с выхода приемника спутниковых сигналов 6 поступает навигационная информация с ГЛОНАСС, GPS или другой глобальной навигационной спутниковой системы. Устройство комплексирования 7 может быть реализовано, например, на основе фильтра Калмана. В случае стабильного приема спутникового сигнала, навигация БПЛА может осуществляться по сигналам глобальной спутниковой системы связи. В случае отсутствия спутникового сигнала из-за особенностей географического ландшафта, случайных обстоятельств или преднамеренного воздействия навигация БПЛА осуществляется с помощью навигационных датчиков, т.е. в автономном режиме. При появлении сигналов спутниковой связи траектория движения БПЛА корректируется с помощью устройства комплексирования 7, в котором учитываются как показания датчиков 1-5, так и приемника спутниковых сигналов 6. Комплексирование сигналов датчиков и сигналов спутниковой связи повышает достоверность навигационных данных в условиях воздействия внешних факторов.

Дополнительная навигационная информация поступает со сканирующего лидара 8, который формирует двумерную или трехмерную картину окружающего пространства.

Далее, в устройстве сравнения 10 происходит сопоставление этой картины с электронной картой местности, предварительно загруженной в модуль памяти 9. Данная операция позволяет актуализировать электронную карту местности с учетом последних изменений, что является существенным расширением функционала устройства.

Движение БПЛА может осуществляться в соответствии с полетным заданием, информация о котором предварительно загружена в модуль памяти 9. В этом случае, на электронной карте местности отмечаются точки, через которые проходит маршрут следования БПЛА. В зоне радиосвязи в полетное задание могут вноситься изменения с помощью интерфейса оперативного управления 11. Для предотвращения конфликтных ситуаций выходы модуля памяти 9 и интерфейса оперативного управления 11 подключены к входам устройства выбора и коррекции маршрута 13. Устройство мониторинга нештатных ситуаций 12 отслеживает состояние и работоспособность всех узлов системы управления, сигнализирую в случае опасности (например, низкий уровень заряда аккумуляторной батареи) об этом в устройство выбора и коррекции маршрута 13. Сигналы устройства мониторинга нештатных ситуаций 12 имеют более высокий приоритет по сравнению с другими сигналами, поступающими в устройство выбора и коррекции маршрута 13. Применение описанной схемы включения устройств 9, 11, 12 и 13 позволяет повысить надежность БПЛА и продлить срок его эксплуатации.

Для аппаратного ускорения алгоритмов работы нейронных сетей в процессе управления БПЛА применен нейронный процессор 14. Интеллектуальная обработка информации, поступающей в нейронный процессор 14 с выходов устройства комплексирования 7, устройства сравнения 10 и устройства выбора и коррекции маршрута 13 позволяет повысить вероятность принятия правильного решения в случае воздействия внешних факторов или возникновения нештатных ситуаций.

Управляющие сигналы с выхода нейронного процессора 14 через интерфейс устройств управления движением 15 поступают на устройства управления движением 16. В случае БПЛА вертолетного типа (мультикоптера) устройства управления движением 16 представляют собой три и более несущих винта. Маневрирование осуществляется путем изменения скорости вращения винтов.

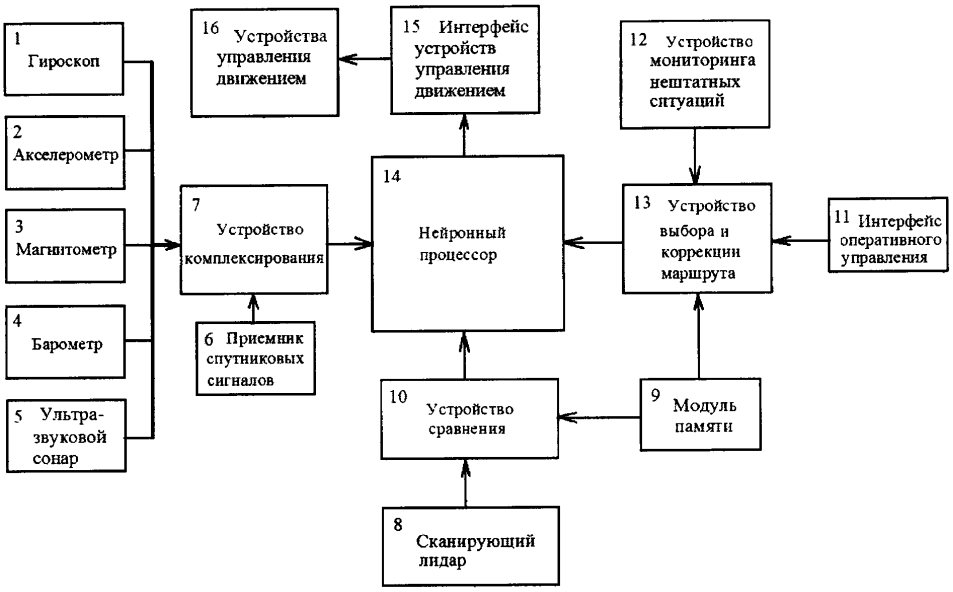
Применение интеллектуальной системы автоматического управления позволит повысить эффективность управления беспилотным летательным аппаратом, обеспечит его высокую надежность в условиях воздействия внешних факторов и продлит срок службы, что является преимуществом заявленной полезной модели.

## (57) Формула полезной модели

Интеллектуальная система автоматического управления беспилотным летательным аппаратом, содержащая гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометр, ультразвуковой сонар, приемник спутниковых сигналов, модуль памяти, интерфейс оперативного управления, устройство мониторинга нештатных ситуаций, интерфейс устройств управления движением, выход которого соединен со входом устройств управления движением, отличающаяся тем, что в нее введены устройство комплексирования, к первому входу которого подключены выходы гироскопа, акселерометра, магнитометра, барометра, ультразвукового сонара, а ко второму входу подключен выход приемника спутниковых сигналов, устройство сравнения, ко входам которого подключены выход сканирующего лидара и первый выход модуля памяти, устройство выбора и коррекции маршрута, ко входам которого подключены второй выход модуля памяти, выходы интерфейса оперативного управления и устройства мониторинга нештатных ситуаций, причем выходы устройства комплексирования,

устройства сравнения и устройства выбора и коррекции маршрута соединены со входами нейронного процессора, выход которого подключен ко входу интерфейса устройств управления движением.

1


1 Гироскоп
2 Акселерометр
3 Магнитометр
4 Барометр
5 Ультра-звуковой сонар
16 Устройства управления движением
15 Интерфейс устройств управления движением
12 Устройство мониторинга нештатных ситуаций
7 Устройство комплексирования
6 Приемник спутниковых сигналов
14 Нейронный процессор
13 Устройство выбора и коррекции маршрута
11 Интерфейс оперативного управления
10 Устройство сравнения
9 Модуль памяти
8 Сканирующий лидар

Фиг. 1