

УДК 004

СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНАЯ ПЫЛЬ»

Ягудин Р.И., студент гр. ЭН-106м, I курс

Научный руководитель: Тимофеев А.Л., к-т т.н., доцент

Уфимский государственный авиационный технический университет
г. Уфа

Обществу 21 века доступны огромные возможности, технологии и ресурсы. В области электроники наука достигла небывалых высот: менее 50-ти лет назад появился первый персональный компьютер, как уже сейчас реализуются устройства, невидимые человеческому глазу. Одна из таких разработок носит название «Умная пыль».

Первое упоминание об «умной пыли» появилось в 1992 году. Американские ученые военного исследовательского агентства DARPA выдвинули идею создания крошечных роботов как оружия. В тех же 90-ых годах была создана модель робота MARV, размером около 26 мм^3 [1]. Сам же термин «Умная пыль» был введен в научный обиход ученым Кристофером Пистером из Калифорнийского университета в 2001 году. Изначально, под этим термином понимались устройства, представляющие собой миниатюрные беспроводные полупроводниковые приборы, включающие в себя узлы связи и зондирования и имеющие размер порядка 1 см^3 .

В настоящее время о технологии «SmartDust» в открытом доступе очень мало информации, а то, что можно найти, содержит в себе абстрактные данные и, местами, противоречивые утверждения. Цель данной статьи – ответить на вопросы: что представляют из себя подобные устройства и существуют ли они сейчас?

Что же такое «умная пыль»? «Умная» (англ. «Smart») с точки зрения современных технологий означает устройство, способное выполнять сложные операции, производить трудоемкие расчеты и поддерживать связь между такими же устройствами или центром управления по беспроводному каналу связи. С понятием «пыль» все намного проще – частицы, размер которых не превышает минимального порога видимости невооруженного человеческого глаза – около $0,05 \text{ мм}$. Вес также должен быть таким, чтобы «пылинка» могла держаться в воздухе. Данные признаки – ключевые для определения и анализа подобных устройств, но, далеко не единственные.

Говоря об «умной пыли», нельзя обойти стороной знаменитый научно-фантастический роман Станислава Лема «Непобедимый». Именно Лем создал первые представления о подобных устройствах. Автор романа внес такой характерный признак, как искусственный интеллект. В нашем случае ограни-

чимся лишь самоорганизацией, из которой вытекает возможность передвижения в пространстве.

«Умная пыль» в современном понимании должна включать в себя следующие признаки: способность выполнять сложные операции и проводить трудоемкие расчеты (в зависимости от предназначения), беспроводная связь, возможность перемещения в пространстве (при пренебрежении изменения положения пылинки за счет воздушного или водяного потока), самоорганизация, размер и вес. Исходя из вышеописанных признаков, возможно с определенной точностью продумать, какие блоки включает в себя базовый элемент «умной пыли» - мот:

1. Источник питания (ИП)

Одна из приоритетных проблем энергопитания мота – сложность реализации автономного ИП с достаточной мощностью в необходимом масштабе. Ясно одно - для минимизации потребляемой мощности необходимо применить стратегии бережного использования энергии (потребление тока лишь в активном режиме) и сбалансированности энергоресурса (приоритетное распределение мощности согласно задачам и количеству мотов в облаке). Уже сейчас есть некоторые разработки, одна из которых – создание блока питания на базе толстостенных аккумуляторов и элементов солнечных батарей. Пока не известно точно, как долго мот сможет функционировать на таком источнике энергии.

2. Приемо-передающее устройство

Очевидно, что мощность узла связи сильно ограничена энергоресурсами. На сегодняшний день наиболее подходящими технологиями для осуществления этой задачи является использование радиоволн и оптической связи [2], причем в обоих случаях есть свои преимущества и недостатки. Одной из проблем использования радиоволн является ограниченное пространство для размещения антенны, вследствие чего возможна только коротковолновая передача, а это достаточно энергозатратно. При использовании оптической линии связи для передачи одного бита информации требуется значительно меньше энергии, чем в случае применения радиочастотных каналов [3]. Однако, появляется иной ряд проблем, например – качественная передача сигнала возможна только в зоне прямой видимости, при этом требуется точное расположение коммутационного узла одного мота относительно узла второго. Данные проблемы зависят от количества пылинок в пространстве, расположения и возможности их перемещения.

3. Исполнительный механизм для перемещения в пространстве (ИМ)

Здесь можно говорить и о вибромоторах, и об использовании магнитного поля Земли, и об изменении геометрических размеров полимерной оболоч-

ки мота, что приведет к перемещению «пылинки» в пространстве. Все эти способы еще далеки от тех методов и ИМ, которые смогут переместить облако «умной пыли» на большие расстояния.

4. Центральный процессор (ЦП)

Необходимо учесть, что уже сейчас нет острой необходимости использования архитектуры с ЦП. Конечно, возможно организовать структуру, где устройство обработки и хранения информации будет ключевым, но, если каждый мот в облаке может взять определенную часть сложной вычислительной задачи, то это несколько упростит конструкцию. Другими словами, данный блок не обязателен.

5. Датчики и исполнительные механизмы (ДИМ)

В данный блок входят различные датчики, такие как: температуры, влажности, шума, вибрации и более сложные. Все зависит от целей создания такого устройства. С исполнительными механизмами ситуация аналогична – выбор огромен и определяется он под конкретную задачу.

Нельзя не упомянуть об организации и иерархии «Умной пыли» как системы. Такого рода правила реализуются в первую очередь программно, но без них нет четкого представления о «пыли», как единого целого облака. Весьма интересное решение использовано в совместном проекте Калифорнийского университета в Беркли и корпорации Intel: в основу организации сети «пылинок» положено принятие решений на основе простых, локальных правил, одно из которых выглядит так: «Установить связь с ближайшим мотом». Такие правила привели к формированию устойчивой архитектуры облака [4].

Исходя из термина и вышеописанной структуры элементарной частицы - мота, и, анализируя доступную информацию, можно сказать, что все на сегодняшний день устройства под названием «Умная пыль» не подходят под данное понятие. Причина тому – ряд проблем, таких, как: отсутствие нужных технологий, трудоемкость синтеза и согласования столь сложных блоков в едином устройстве и т.д.. Тем не менее, в определенных направлениях развития концепции «Умной пыли» есть значительные успехи. Стоит упомянуть созданные устройства, которые достаточно близки своей структурой к вышеописанной (комплект SmartMesh). Начало положено, и, вполне возможно, уже в нашем веке рядом с обычной пылью будет витать «умная».

Список литературы

1. Pedro Aquila «The Future of Involuntary Treatment of the Public» [Электронный ресурс] - статья из журнала « Waking times » URL:

- <http://www.wakingtimes.com/2017/01/18/smart-dust-future-involuntary-treatment-public/> (дата обращения: 11.02.2017)
2. «Умная пыль» - Алгоритмы совмещения информации множества сенсоров [Электронный ресурс] – статья из журнала «TechnoWars» URL: <https://technowars.defence.ru/article/umnaia-pil/> (дата обращения: 16.02.2017)
 3. Предпосылки создания устройств типа «Умная пыль» - Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» - А.Н. Максимов, науч.рук. – Л.Н. Патрикеев, к.т.н., профессор.
 4. Алгоритм принятия решений для формирования структуры облака мотов в рамках исследовательской программы Network EmbeddedSystems Technology [Электронный ресурс] – Статья «Умная пыль на сапогах» URL: <https://kiwibyrd.org/2016/01/25/32/> (дата обращения: 10.02.2017)