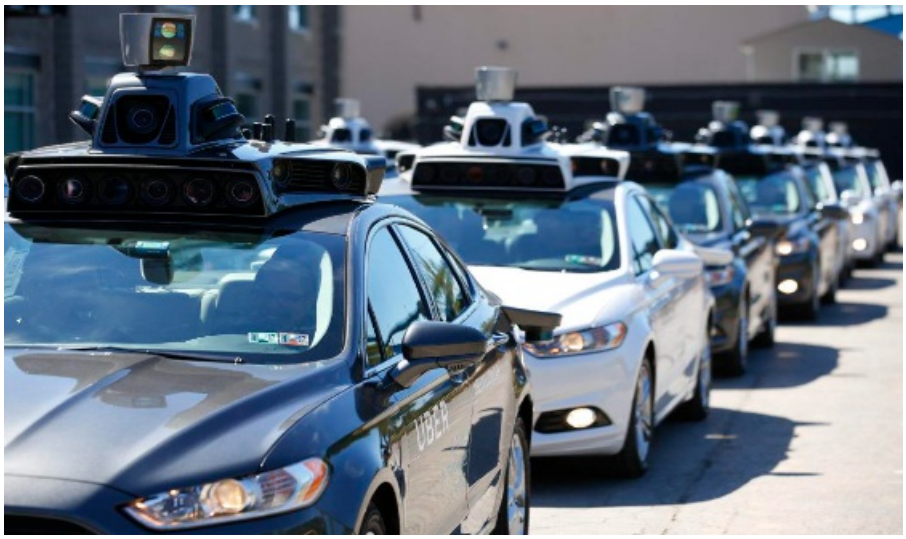
Физические эффекты в основе работы датчиков и радиомаяков

Все передовые системы помощи водителю оснащены автомобильными радарами. Радары используют электромагнитные волны для сканирования окружающей среды, поэтому они могут работать на большом расстоянии в условиях недостаточной видимости или плохих погодных условий. Очевидно, что автомобильные радары должны точно фиксировать различные дорожные ситуации.

Радарные системы современных автомобилей используются для выполнения автоматического экстренного торможения и адаптивного круиз-контроля. Другими словами, беспроводной датчик должен предоставить транспортному средству информацию, касающуюся расстояния до цели и скорости.

Недавние тенденции усиления гонки по разработке полностью автономного транспортного средства увеличили объем информации, которая требуется транспортному средству для точной работы. В частности, после обнаружения цели, ИИ автомобиля должен будет определить:

- расстояние до цели;
- скорость приближения/отдаления цели;
- местонахождения цели (например, направление: слева / справа / сзади / спереди / на дороге / на тротуаре и т.д.);
- тип цели: человек, транспорт, здание и т.д.



Совокупность приведенных выше факторов окажет влияние на действие автомобиля и на его систему принятия решений. Различные входные данные будут давать совершенно разные решения, в зависимости от того, какая цель находится на пути следования беспилотного транспорта.

По мере внедрения технологий, позволяющих отвечать на данные вопросы, технология автомобильных радаров будет использоваться не только для аварийного торможения и круиз-контроля, но и для более "интеллектуальных" действий.

Перед внедрением подобных систем, они должны будут пройти качественное и полнофункциональное испытание. При этом понадобятся как аппаратные (стендовые) модели, так и виртуальные модели. Аппаратное моделирование имеет большое значение на этапе проектирования датчика, а моделирование становится более актуальным при проверке и тестировании характеристик радарного датчика в реальном мире.

Кроме того, необходимо будет проверить работу радарного датчика в тех случаях, которые могут оказаться слишком опасными для жизни людей, или дорогостоящими для физических испытаний. Существует статистика, согласно которой автономный автомобиль должен проехать около 14 миллиардов километров прежде чем дойдет до клиента. Зачастую, моделирование становится единственным способом достижения этой цели и единственной возможностью протестировать работу автомобильных радарных датчиков в различных случаях.

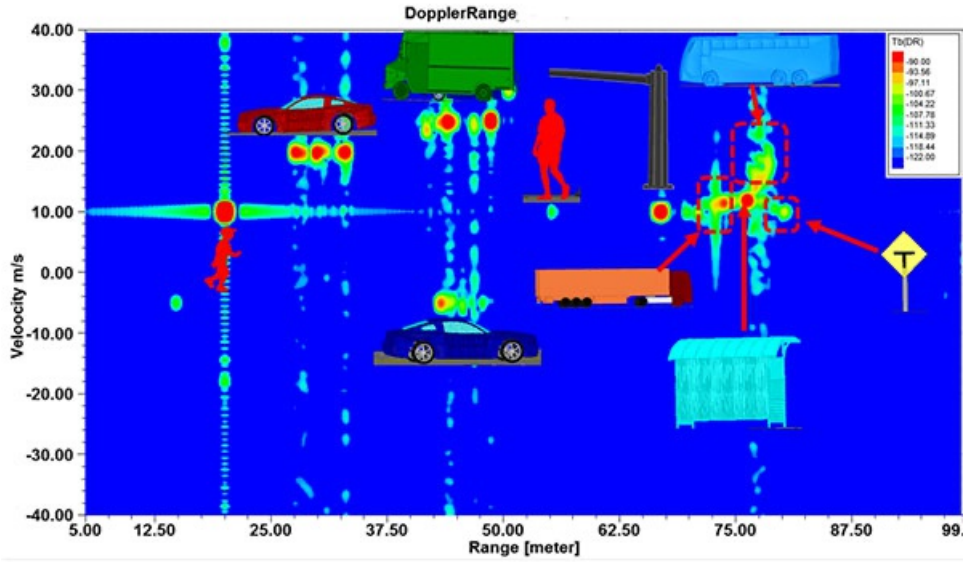


Совокупность автомобильных радаров помогает автомобилю и его бортовому компьютеру принять правильные решения. При этом анализируются наборы данных, полученные с применением таких физических эффектов как Микро-Доплеровское рассеяние и Доплеровский эффект.

Эффект Доплера и определение дальности

Радарные датчики определяют дальность до цели, посылая электромагнитную волну и воспринимая отраженной сигнал. Задержка во времени между передачей и приемом отраженного сигнала может использоваться для расчета дальности до цели.

Для определения скорости цели радар использует эффект Доплера, измеряя изменение частоты отраженного сигнала. Однако для этого радарный датчик должен излучать несколько импульсов в интервале когерентной обработки (CPI), чтобы определить изменение частоты. На рисунке ниже представлена доплеровская карта дальности, полученная средствами моделирования:



Азимут и направление прибытия

Наряду с определением дальности и скорости цели, транспортным средствам, перемещающимся в сложных городских условиях, необходимы датчики с высоким разрешением по азимуту и высоте.

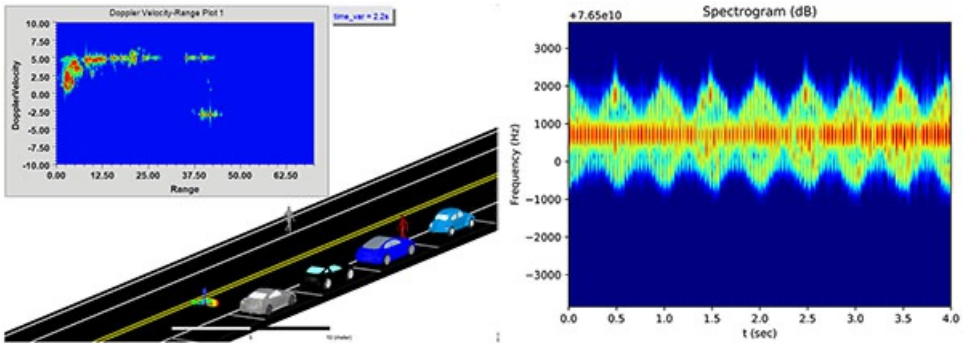
Автомобильные радарные датчики могут определять направление прибытия цели с помощью нескольких передатчиков/приемников, которые физически разделены. Поскольку расстояние между антеннами уже известно, направление цели можно определить путем измерения фазового сдвига между сигналами, принимаемыми каждой из антенн, установленных с разных направлений.

Микро-Доплеровское рассеяние

Ранее упоминалось, как относительное движение между транспортным средством, на котором установлен радарный датчик, и целью в окружающей среде изменяет частоту отраженного сигнала. Это эффект Доплера. Компонент скорости обычно представляет собой объемное движение всей платформы. Если на цели есть дополнительные компоненты, которые обладают вращательным или колебательным движением, они могут вызывать так называемые микродвижения, которые могут дополнительно модулировать отраженный сигнал. Эта дополнительная модуляция отраженного сигнала называется микро-Доплерровским рассеянием.

Например, цель в виде человека обладает собственной скоростью движения (движение туловища). Ноги и руки создают свои собственные колебательные микродвижения, которые приводят к уникальной микродоплеровской сигнатуре. Именно эта сигнатура и позволяет распознавать людей на дорогах.

Внизу изображена сцена движения (слева) и спектрограмма (справа) пешехода, идущего естественным образом, с размахивающими движениями рук и ног. То есть микро-допплеровский эффект, производимый руками и ногами, модулирует обратные сигналы.



Увеличение дальности передачи радиосигнала

Для внедрения вышеописанных эффектов в беспилотные системы, возможно, даже не придется изобретать новые беспроводные технологии. Разработанных на данный момент более чем достаточно. Системы датчиков и радиомаяков смогут работать на основе технологии Bluetooth. В последнее время возможности данной технологии становятся все шире. К тому же на примере Bluetooth была продемонстрирована возможность увеличения дальности передачи сигнала.

Когда заходит речь о Bluetooth, чаще вспоминаются такие вещи, как беспроводные наушники, компьютерные мыши и другие устройства, в которых используется технология малого радиуса действия с низким энергопотреблением. В конце концов, именно для таких вещей и был разработан Bluetooth, как альтернатива Wi-Fi.

Но оказывается, что Bluetooth может передавать сигналы гораздо дальше чем пара метров. Так, например, компания Apptricity, разработала радиомаяк Bluetooth, который может передавать сигналы на расстояние до 32 километров (20 миль). Этот маяк - более дешевая и безопасная альтернатива технологиям радиосканирования.

Но как отправить сигнал Bluetooth на расстояние более 30 километров? Как правило, расстояние Bluetooth ограничено, потому что передача на большие расстояния требует высокой мощности, а использование нелицензированного спектра означает, что чем больше расстояние, тем выше вероятность того, что он будет мешать другим беспроводным сигналам. Ответ заключается в точной настройке устройства в диапазоне Bluetooth. Это тот же принцип, по которому работает сильно сфокусированный лазерный луч. Лазерный луч будет распространяться дальше без ослабления и без необходимости восстановления, если все составляющие луча будут располагаться как можно ближе к определенной частоте. Таким образом, данные могут отправляться и приниматься маяками, не мешая другим устройствам и не требуя огромного количества энергии.

Технология Bluetooth, передавая сигналы на столь значительное расстояние сможет послужить хорошей альтернативой RFID-меток. RFID-метки не предоставляют активной информаций об объектах, тогда как Bluetooth может не только определить, где что-то находится, он может отправлять обновления об оборудовании, которое требует обслуживания или просто требует регулярной проверки. Кроме того, а в случае RFID-метками кто-то все равно должен участвовать в сканировании (человек, либо роботизированное устройство), а при использовании Bluetooth такая необходимость отсутствует.