## 

## Рассмотрим какие могут быть виды фильтров:

### По результату и способу обработки потока данных:

1. **Pre-фильтр** – изменяет входящий поток данных до записи в БД.
2. **Online-фильтр** – не меняет входящий поток, но выполняет дополнительные действия на его основании. (Это может быть генерация специализированных событий или изменение состояния устройства/сенсора).
3. **Post-фильтр** – обрабатывает массив данных, полученный при чтении из БД при запросе пользователем.

Можно заметить, что по большому счёту **Pre-фильтр** и **Online-фильтр** мало чем отличаются друг от друга. Оба работают с входящим потоком данных до их записи в БД и вообще теоретически один фильтр может выполнять обе функции (например, обрезка некорректных значений и уведомление об этом).

Поэтому можно включить **Online-фильтр** в **Pre-фильтр**:

1. **Pre-фильтр** – может изменять входящий ***поток данных*** и выполнять дополнительные действия на его основании. (Это может быть генерация специализированных событий или изменение состояния устройства/сенсора) до записи в БД.
2. **Post-фильтр** – обрабатывает ***массив данных***, полученный при чтении из БД при запросе пользователем.

Фильтры обоих типов могут быть объединены в один конвейер, когда выходные данные одного фильтра поступают на вход другого фильтра.

## Рассмотрим какие могут быть виды фильтров:

### По способу формирования конвейера:

1. **Линейный** – один вход один выход. Поток данных одного типа датчика остаётся потоком данных этого же типа датчика. При этом данные этого потока могут быть изменены.   
   Очевидно, что **Post-фильтры** могут быть только линейными.  
   **Пример:** Фильтр прореживания (оставляет каждое N-ое значение).
2. **Разветвитель** – один вход несколько выходов. Поток данных одного типа датчика расширяется на несколько потоков датчиков других типов (возможно в том числе и датчика исходного типа). Если выходные потоки данных не будут меняться (кроме информации о типе датчика), то, по сути, это даже не фильтр, а правило построения конвейера. Разбивая один поток на несколько, мы будем применять к каждому из них разные линейные фильтры и в результате получать разные результаты для разных видов датчиков.  
   **Пример:** Данные реального температурного датчика, разбиваются на два потока – поток температурного датчика и поток датчика средней температуры за период (это виртуальный датчик). Применяя ко второму потоку **линейный Pre-фильтр** медианы за N минут, мы сможем записать в БД дополнительный поток данных и получать в последствии значения о средней температуре без пост-вычислений.
3. **Агрегатор** – несколько входов один выход. Несколько потоков разных типов датчиков объединяются в один поток виртуального датчика другого типа.  
   **Пример:** Значения нескольких температурных датчиков объединяются в один виртуальный датчик средней температуры.

Для упрощения можно считать **разветвитель** не фильтром, а правилом конвейера (см. примечание к п.2), а **линейный** фильтр – частным случаем **агрегатора**, когда агрегируется только один поток.

## Интерфейсы и регистрация фильтра в системе

/// <summary>

/// Base data filter interface.

/// </summary>

public interface IDataProcessingFilter

{

/// <summary>

/// Filter identifier.

/// </summary>

string Id { get; }

/// <summary>

/// Filter name.

/// </summary>

string Name { get; }

/// <summary>

/// Filter description.

/// </summary>

string Description { get; }

/// <summary>

/// Type, distributing the parameters class of current filter.

/// This type should have public constructor without parameters and be serializeable.

/// Even if there is no parameters - it should return the type of an empty class.

/// Types of parameters should be unique across different filters.

/// </summary>

[NotNull]

Type FilterParametersType { get; }

}

/// <summary>

/// Interface representing the series of data points

/// </summary>

public interface ISeriesDataPoints : IEnumerable

{

/// <summary>

/// Custom user data. Do not transfered over the network.

/// </summary>

object UserData { get; set; }

/// <summary>

/// The series of data points.

/// </summary>

IList Series { get; }

/// <summary>

/// Additional information - could be expanded by filters during processing.

/// </summary>

IDictionary<string, object> AdditionalInfo { get; }

}

Несмотря на то, что данные координат можно трактовать как связанный между собой набор датчиков, удобнее оперировать данными координат как единым целым. В этом случае система должна иметь отдельный набор фильтров для обработки координат и отдельный набор фильтров для обработки данных датчиков.

Любой TotalApi-фильтр **координат** должен реализовывать один (или оба) из интерфейсов: ICoordinatesProcessingPreFilter и ICoordinatesProcessingPostFilter, которые являются наследниками от IDataProcessingFilter:

/// <summary>

/// Coordinates processing pre-filter interface.

/// </summary>

public interface ICoordinatesProcessingPreFilter : IDataProcessingFilter

{

/// <summary>

/// Gets the flag that filter is notifier and doesn’t continue pipeline stream.

/// The filter returning true never calls OnPreProcessed action.

/// </summary>

bool IsNotifier { get; }

/// <summary>

/// Starts processing of passing series of data.

/// </summary>

/// <param name="series">Series of data with metadata</param>

/// <param name="prms">Filter parameters</param>

void PreProcess(ISeriesDataPoints series, object prms);

/// <summary>

/// Calls when processing is finished and result data can be sent onward.

/// </summary>

Action<IDataProcessingFilter, ISeriesDataPoints> OnPreProcessed { get; }

}

/// <summary>

/// Coordinates processing post-filter interface.

/// </summary>

public interface ICoordinatesProcessingPostFilter : IDataProcessingFilter

{

/// <summary>

/// Starts processing of passing series of data.

/// </summary>

/// <param name="series">Series of data with metadata</param>

/// <param name="prms">Filter parameters</param>

void PostProcess(ISeriesDataPoints series, object prms);

}

Любой TotalApi-фильтр **датчиков** должен реализовывать один (или оба) из интерфейсов: ISensorDataProcessingPreFilter и ISensorDataProcessingPostFilter, которые являются наследниками от IDataProcessingFilter:

/// <summary>

/// Sensor data processing pre-filter interface.

/// </summary>

public interface ISensorDataProcessingPreFilter : IDataProcessingFilter

{

/// <summary>

/// Gets the flag that filter is notifier and doesn’t continue pipeline stream.

/// The filter returning true never calls OnPreProcessed action.

/// </summary>

bool IsNotifier { get; }

/// <summary>

/// Starts processing of passing series of data.

/// </summary>

/// <param name="series">Series of data with metadata</param>

/// <param name="prms">Filter parameters</param>

void PreProcess(ISeriesDataPoints series, object prms);

/// <summary>

/// Calls when processing is finished and result data can be sent onward.

/// </summary>

Action<IDataProcessingFilter, ISeriesDataPoints> OnPreProcessed { get; }

}

/// <summary>

/// Sensor data processing post-filter interface.

/// </summary>

public interface ISensorDataProcessingPostFilter : IDataProcessingFilter

{

/// <summary>

/// Starts processing of passing series of data.

/// </summary>

/// <param name="series">Series of data with metadata</param>

/// <param name="prms">Filter parameters</param>

void PostProcess(ISeriesDataPoints series, object prms);

}

Информация о том, в каком порядке фильтры должны быть объединены в конвейер, с какими параметрами и какая последовательность должна применяться к какому из типов датчиков, задаётся пользователем и хранится в БД телематического модуля.

Фактически пользователь определяет свои наборы фильтров, задавая их последовательность и параметры, а потом указывает к какому типу датчика какой из созданных наборов применить.

Также должна быть возможность трактовать созданный набор как новый фильтр. Т.е. использовать его в качестве фильтра при создании другого набора. Таким образом можно создавать новые фильтры на основании существующих.

В случае **Post-фильтров**, пользователь может указать в качестве параметра вызова набор кастомный фильтров, которые должны быть применены для постобработки запрошенных данных, либо указать идентификатор одного из определённых ранее наборов, либо не использовать **Post-фильтры** вообще.

Прогонку данных через конвейер фильтров осуществляет **менеджер фильтров**. Его можно представить, как один фильтр, который получает на вход данные, а на выходе записывает их в БД (для **Pre-фильтров**) или возвращает обработанные данные (для **Post-фильтров**).

В свою очередь разработчик фильтров об этом знать не должен – каждый из фильтров должен работать, считая, что других фильтров в системе нет.

Он же осуществляет автоматическую регистрацию фильтров в системе. Для того, чтобы фильтр был автоматически зарегистрирован в системе необходимо, чтобы в сборке, содержащей **менеджер фильтров** были реализации соответствующих интерфейсов (ICoordinatesProcessingPreFilter, ICoordinatesProcessingPostFilter, ISensorDataProcessingPreFilter, ISensorDataProcessingPostFilter), экспортированные средствами **MEF**.

Интерфейс телематического модуля соответственно расширяется методами, позволяющими конфигурировать фильтры:

public interface ITelematics

{

/// <summary>

/// Gets filter pipeline by <paramref name="name"/>.

/// If no filter pipeline with the name - returns <c>null</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">Pipeline name</param>

/// <param name="isCoordinatesPipeline">If <c>true</c> - returns filter pipeline for coordinates and for sensor data otherwithe.</param>

/// <param name="isPreFiltersPipeline">If <c>true</c> - returns pre filter pipeline and post filter pipeline otherwithe.</param>

PipelineSettings GetFiltersPipeline([NotNull] string name, bool isCoordinatesPipeline, bool isPreFiltersPipeline);

/// <summary>

/// Sets filter pipeline by <paramref name="name"/>.

/// To remove the pipeline by <paramref name="name"/> pass the <paramref name="pipeline"/> equals <c>null</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">Pipeline name</param>

/// <param name="pipeline">Pipeline settings</param>

/// <param name="isCoordinatesPipeline">If <c>true</c> - returns filter pipeline for coordinates and for sensor data otherwithe.</param>

/// <param name="isPreFiltersPipeline">If <c>true</c> - returns pre filter pipeline and post filter pipeline otherwithe.</param>

void SetFiltersPipeline([NotNull] string name, PipelineSettings pipeline, bool isCoordinatesPipeline, bool isPreFiltersPipeline);

/// <summary>

/// Gets the list of the all registered pipeline names.

/// Returned pipeline names can end with '~' indicates that the name is default pipeline.

/// For sensor data prefilter pipelines the default names can end with ~[SensorType]~[SensorNumber]

/// </summary>

string[] GetFilterPipelineNames(bool isCoordinatesPipeline, bool isPreFiltersPipeline);

/// <summary>

/// Assigns the default coordinate pipeline post filter.

/// When calling <see cref="ITelematics.ReadCoordinates(ReadCoordinatesParams)"/> w/o filters the pipeline with <paramref name="name"/> will be used.

/// To remove default coordinate pipeline post filter call this method with <paramref name="name"/> equals <c>null or '-'</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">The coordinates post filter pipeline name.</param>

void AssignDefaultCoordinatesPostFiltersPipeline(string name);

/// <summary>Gets the default coordinate pipeline post filter./// </summary>

string GetDefaultCoordinatesPostFiltersPipeline();

/// <summary>

/// Assigns the default coordinate pipeline pre filter.

/// All the incoming coordinates will be processed the coordinates pre process filter with <paramref name="name"/>.

/// To remove default coordinate pipeline post filter call this method with <paramref name="name"/> equals <c>null or '-'</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">The coordinates post filter pipeline name.</param>

void AssignDefaultCoordinatesPreFiltersPipeline(string name);

/// <summary>Gets the default coordinate pipeline pre filter.</summary>

string GetDefaultCoordinatesPreFiltersPipeline();

/// <summary>

/// Assigns the default sensor data pipeline post filter.

/// When calling <see cref="ITelematics.ReadSensorValues"/> w/o filters the pipeline with <paramref name="name"/> will be used.

/// To remove default coordinate pipeline post filter call this method with <paramref name="name"/> equals <c>null or '-'</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">The sensor data post filter pipeline name.</param>

void AssignDefaultSensorDataPostFiltersPipeline(string name);

/// <summary>Gets the default sensor data pipeline post filter.</summary>

string GetDefaultSensorDataPostFiltersPipeline();

/// <summary>

/// Assigns the default sensor pipeline pre filter.

/// All the incoming sensor data will be processed the pre process filter with <paramref name="name"/>.

/// To remove default coordinate pipeline post filter call this method with <paramref name="name"/> equals <c>null or '-'</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">The sensor data pre filter pipeline name.</param>

/// <param name="sensorType">Sensor type. Can be null if the pipeline applied to all sensors.</param>

/// <param name="sensorNumber">Sensor number. Can be null if the pipeline applied to all sensors of sensor type.</param>

void AssignDefaultSensorDataPreFiltersPipeline(string name, int? sensorType = null, int? sensorNumber = null);

/// <summary>Gets the default sensor data pipeline pre filter.</summary>

string GetDefaultSensorDataPreFiltersPipeline(int? sensorType = null, int? sensorNumber = null);

/// <summary>

/// Assigns the default coordinate pipeline pre filter for the specified sensor type of the specified device.

/// All the incoming sensor data will be processed the pre process filter with <paramref name="name"/>.

/// To remove default coordinate pipeline post filter call this method with <paramref name="name"/> equals <c>null or '-'</c>.

/// </summary>

/// <param name="name">The sensor data pre filter pipeline name.</param>

/// <param name="deviceId">Internal device identifier</param>

/// <param name="sensorType">Sensor type. Can be null if the pipeline applied to all sensors.</param>

/// <param name="sensorNumber">Sensor number. Can be null if the pipeline applied to all sensors of sensor type.</param>

void AssignDefaultSensorDataPreFiltersPipeline(string name, string deviceId, int sensorType, int? sensorNumber = null);

/// <summary>

/// Gets the default sensor data pipeline pre filter for the specified sensor type of the specified device.

/// </summary>

string GetDefaultSensorDataPreFiltersPipeline(string deviceId, int sensorType, int? sensorNumber = null);

## Масштабирование фильтров

В простейшем случае для масштабирования мы можем использовать несколько телематических модулей, каждый из которых в один отрезок времени принимает данные разных датчиков, обрабатывают их, используя одинаковые настройки очереди **Pre-фильтров** и записывают их в одну базу данных (или в разные кластеры одной и той же базы данных).

Можно также принимать данные в одной подсистеме, а отдавать их на обработку в другую подсистему. Однако такой механизм не принесёт ускорения, т.к. мы должны передавать данные всегда в одну и ту же подсистему, чтобы правильно выполнялись алгоритмы пре-фильтров, работающие с непрерывным потоком данных. А в этом случае такое “масштабирование” приведёт только к увеличению трафика и нагрузке на процессоры обоих подсистем.

Однако существует ещё одна теоретическая возможность масштабирования – это выполнение **Online‑фильтров**, являющихся подмножеством **Post-фильтров**, в отдельной подсистеме (но только всегда в одной и той же). Т.к. результатом работы **Online‑фильтров** являются уведомления, и чистые **Online‑фильтры** являются окончанием ветки конвейера обработки данных, можно выполнить эту обработку в другой подсистеме, если таковая присутствует, а сама обработка ресурсоёмка.

Реализация такого механизма требует расширения интерфейса телематического модуля, а также небольшого изменения в интерфейсе **Pre-фильтра** (туда следует добавить явный признак того, что данный фильтр является **Online-фильтром**, т.е. не пишет ничего в БД).

В качестве такого признака будем использовать признак **«По умолчанию»** для **Pre-фильтров**. В настоящее время предобработка данных происходи следующим образом:

1. В начале данные **последовательно** поступают на все **Pre-фильтры** с признаком **«По умолчанию»**, начиная с менее специфичного фильтра и заканчивая самым специфичным.
2. Полученное после этого значение сигнала записывается в БД и **параллельно** поступает на все **Pre-фильтры** без признака **«По умолчанию»**. Результирующий сигнал после прохождения этих фильтров не пишется в БД, однако эти фильтры могут менять статус УС и сенсоров, генерировать события и новые данные «виртуальных» сенсоров, которые будут пропущены через конвейер фильтров предобработки по той же схеме.

## Список фильтров координат, требующих реализации в MVP-версии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фильтр | Тип | Параметры | Описание |
| Упрощение | Pre/Post | Tolerance - Smoothing coefficient (1-100). | Исключает точки, лежащие на одной прямой. |
| Розочка | Pre/Post | Radius - Minimal speed in km/h to determine the stop. MinPointsCount - Minimal coordinate points count which could be interpreted as congestion. | Объединяет выбросы координат вокруг реальной точки остановки в одну точку. |
| Разрывы | Online | MinDistance - Minimum distance in km between coordinate points for detecting track break. MinStopDuration - Minimal stop time. Calculated values that are less then this are determined as no stop.  AvgSpeed - Average speed in km/h.  DeviceStatusState – The bit number to set in last device status state property. | Устанавливает состояние отсутствия приёма валидных координат из-за ряда причин (нет GPS-соединения, нет поступающих данных и т.д.) |
| Разрывы | Post | MinDistance - Minimum distance in km between coordinate points for detecting track break. MinStopDuration - Minimal stop time. Calculated values that are less then this are determined as no stop.  AvgSpeed - Average speed in km/h. | Помечает соответствующие точки в результирующем массиве, что это точки разрыва. |
| Остановки | Online | MinSpeed - Minimal speed in km/h to determine the stop. MinStopDuration - Minimal stop time. Calculated values that are less then this are determined as no stop.  DeviceStatusState – The bit number to set in last device status state property. | Устанавливает состояние факта остановки устройства слежения. |
| Остановки | Post | MinSpeed - Minimal speed in km/h to determine the stop. MinStopDuration - Minimal stop time. Calculated values that are less then this are determined as no stop.  FilterAction - Actions for a filter over the track. | Помечает соответствующие точки в результирующем массиве, что это точки остановки. |
| Превышение скорости | Online | MaxSpeed - Maximum allowed speed in km/h. Speed that is greater than this value would be interpreted as over speed. Tolerance - Smoothing coefficient (1-100). Bigger value - less precise computation would be applied.  DeviceStatusState – The bit number to set in last device status state property. | Устанавливает состояние факта превышения скорости устройства слежения. |
| Превышение скорости | Post | MaxSpeed - Maximum allowed speed in km/h. Speed that is greater then this value would be interpreted as over speed. Tolerance - Smoothing coefficient (1-100). Bigger value - less precise computation would be applied. | Помечает соответствующие точки в результирующем массиве, что это точки превышения скорости. |

Здесь я перечислил только те фильтры, что сейчас реализованы в TotalApi в качестве **Post-фильтров** (со старой архитектурой). Видно, что один и тот же фильтр может быть одновременно как **Pre-фильтром**, так и Post-фильтром, по крайней мере по алгоритму и основному набору параметров, однако даже в таком случае их назначение, полный набор параметров и, возможно, реализация алгоритма может отличаться, так что их можно считать фактически разными фильтрами.

Внимательно присмотревшись, можно заметить, что **фильтр** **превышения скорости** и **фильтр** **остановок** можно объединить в один **фильтр** **скорости**, указывая в качестве параметров верхнюю и нижнюю границы допустимой скорости. Тогда при одном наборе параметров – это будет **фильтр остановок**, а при другом – **фильтр превышения скорости**.

## Список фильтров датчиков, требующих реализации в MVP-версии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фильтр | Тип | Параметры | Описание |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |