

ВИРТУАЛНА ТОПОЛОГИЯ ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА IoT В SMART GRID

Мила Илиева-Обретенова

Минно-геоложки университет „Свети Иван Рилски“ – София
e-mail: mila.ilieva@mgu.bg

Ключови думи: Smart Grid, двупосочна комуникация, интелигентно измерване, IoT-сензор, разпределение на енергия

Резюме: Нуждата от зелена, достъпна и лесно управляема енергия непрекъснато се увеличава от началото на 21 век. Традиционните мрежи са неспособни да отговорят на тези нужди. Това доведе до търсенето и разработването на по-нови решения, като например Smart Grid, които са проектирани да задоволят нарастващото търсене на електроенергия чрез увеличаване на ефективността на генериране, предаване и разпределение. За разлика от традиционните централизираните мрежи аспектът на двупосочната комуникация е голяма промяна в децентрализираните Smart Grid. Използването на интелигентно измерване на обекта на енергийните потребители и свързаните с тях системи за съхранение на данни води до значително увеличаване на обема на събраните данни. Инфраструктурата на традиционната мрежа не е проектирана да транспортира толкова голямо количество данни по двупосочен начин. Този проблем се решава чрез усъвършенствана инфраструктура за измерване, реализирана с технология IoT (Интернет на нещата). Статията предлага виртуална топология на участниците в Smart Grid, разширена чрез IoT-сензори за ниво Разпределение на енергия. Според архитектурните съображения за работа в мрежа с интелигентни обекти понастоящем се разглеждат четири модела на комуникация в IoT: Сензор за IoT с друг такъв, IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги, IoT-сензор с точката за достъп и Доставчик на енергийни услуги с друг такъв. Разгледаните реализации на модели имат следните съществени предимства: Осигуряване на непрекъснато измерване на двупосочната комуникация между Доставчик и Потребител(Доставчик); Не смущават участниците по време на комуникацията; Лесно могат да се интегрират с други приложения, което позволява едновременно наблюдение на потребление, таксуване, доставяне, повреди и оторизиране. Изключително полезни в случаите за дълговеменно наблюдение на нови участници. Приложими в екстремни условия, като суша, наводнения и хакерски атаки.

VIRTUAL TOPOLOGY FOR DEPLOYMENT OF IoT IN SMART GRID

Mila Ilieva-Obretenova

Mining and Geology University “St. Ivan Rilski” – Sofia
e-mail: mila.ilieva@mgu.bg

Keywords: Smart Grid, two-way communication, smart-metering, IoT-sensor, energy distribution

Abstract: The need of green, accessible and manageable energy continuously increase from the beginning of the 21st century. The traditional networks are unable to response to these needs. This led to research and development of new decisions, i.e. Smart Grid, which are designed to satisfy the increasing demand of electrical energy by increasing the efficiency of generation, transmission and distribution. Unlike the traditional centralized networks, the two-way communication aspect is a big change in decentralized Smart Grid. The usage of smart metering of energy users object and connected with them data storage systems leads to significant increasing in gathered data volume. Infrastructure of traditional network isn't designed to transport so big amount of data in both directions. This problem is solved by improved infrastructure for measurement, realized with IoT technology. The paper offers a virtual topology of actors in Smart Grid, extended by IoT sensors on energy distribution level. According to architectural considerations for work in network with intelligent objects recently are discussed four communication models: IoT-sensor with another IoT-sensor, IoT-sensor with energy service provider, IoT-sensor with access point and energy service provider with another energy service provider. The represented models' realizations have the following fundamental advantages: ensure continuous measurement of two-way communication between Provider and User (Provider); don't disturb actors in time of communication;

easy integration with other applications, which allows simultaneously monitoring of usage, accounting, provision, failures and authorization. Exclusively useful in cases of longterm monitoring of new actors. Applicable in extreme conditions like drought, flood and hack attacks.

Въведение

Нуждата от зелена, достъпна и лесно управляема енергия непрекъснато се увеличава от началото на 21 век. Традиционните мрежи са неспособни да отговорят на тези нужди. Това доведе до търсенето и разработването на по-нови решения, като например Smart Grid, които са проектирани да задоволят нарастващото търсене на електроенергия чрез увеличаване на ефективността на генериране, предаване и разпределение. Съгласно Дял XIII от Закона за енергийна независимост и сигурност (EISA) от 2007г. Smart Grid е дефинирана да включва различни оперативни и енергийни мерки, съдържащи интелигентни измервателни уреди, интелигентни уреди, възобновяеми енергийни източници и ресурси за енергийна ефективност.

За разлика от традиционните централизираните мрежи аспектът на двупосочната комуникация е голяма промяна в децентрализираните Smart Grid. Използването на интелигентно измерване на обекта на енергийните потребители и свързаните с тях системи за съхранение на данни води до значително увеличаване на обема на събраните данни[1, 2, 3] Инфраструктурата на традиционната мрежа не е проектирана да транспортира толкова голямо количество данни по двупосочен начин.

Този проблем се решава чрез усъвършенствана инфраструктура за измерване, реализирана с технология IoT (Интернет на нещата). Дефиницията за IoT все още се развива, но на нея е отредена основна роля за осигуряване на пълен достъп до услуги и данни, предоставени от голям брой различни устройства по оперативно съвместим начин. Според Европейския научноизследователски клъстер (IERC) IoT е „динамична глобална мрежова инфраструктура със самоконфигуриращи се възможности, базирани на стандартни и оперативни съвместими комуникационни протоколи, където физическите и виртуалните „неща“ имат идентичности, физически атрибути и виртуални личности и използват интелигентни интерфейси и са безпроблемно интегрирани в информационната мрежа“.

Статията предлага виртуална топология на участниците в Smart Grid, разширена чрез IoT-сензори за ниво Разпределение на енергия.

Методология

Според архитектурните съображения за работа в мрежа с интелигентни обекти понастоящем се разглеждат четири модела на комуникация в IoT [4]:

Таблица 1. IoT-модел в Smart Grid

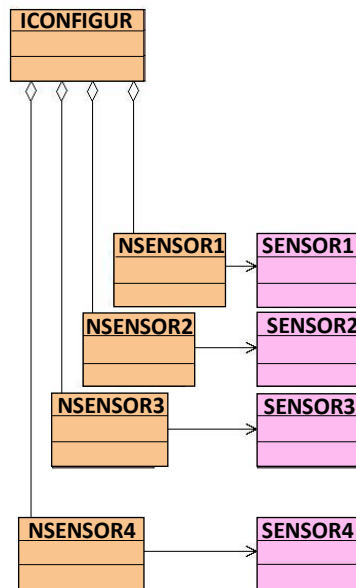
Модел	Пример за изпълнение
Устройство към устройство	Сензор за IoT с друг такъв
Устройство към облак	IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги
Устройство към шлюз	IoT-сензор с точката за достъп
Обратен модел за споделяне на данни	Доставчик на енергийни услуги с друг такъв

Резултати

Резултатите от проучването представляват детайлизирани модели на участниците в комуникациите. Участниците в различните видове комуникации са представени чрез класове управлявани обекти.

1. Класове управлявани обекти за комуникацията Сензор за IoT с друг такъв
YO SENSOR1, **YO SENSOR2**, **YO SENSOR3** и **YO SENSOR4** представят информацията за един вид сензор.
YO NSENSOR1, **YO NSENSOR2**, **YO NSENSOR3** и **YO NSENSOR4** представят всички сензори от даден вид, налични в мрежата.
YO ICONFIGUR представя общата конфигурация на Интернет за Smart Grid. Тя съдържа всички налични сензори на Интернет.

На фиг. 1 е показана UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията Сензор за IoT с друг такъв.



Фиг. 1. UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията Сензор за IoT с друг такъв

2. Класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги

УО **SENSOR1**, УО **SENSOR2**, УО **SENSOR3** и УО **SENSOR4** бяха представени в точка 1. Класове управлявани обекти за комуникацията Сензор за IoT с друг такъв.

УО **FUNC1**, **FUNC2**, **FUNC3**, **FUNC4** представя информация за управление на един сензор.

УО **SFUNC1**, УО **SFUNC2**, УО **SFUNC3**, УО **SFUNC4** съдържа информацията кои елементи от даден вид са включени в предоставянето на една Услуга.

SNetCONFIGUR съдържа информация за всички функции, които са включени в предоставянето на специфична услуга.

УО **ProvidCONFIGUR** представя изискванията на доставчика за конфигурация на услугата върху мрежата. Изискванията включват разпределяне на компонентите на услугата и тяхното групиране върху функционалните елементи за определена услуга.

На фиг. 2 е показана UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги .

3. Класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с точката за достъп

УО **SENSOR1**, УО **SENSOR2**, УО **SENSOR3** и УО **SENSOR4** бяха представени в точка 1. Класове управлявани обекти за комуникацията Сензор за IoT с друг такъв.

УО **FUNC1**, **FUNC2**, **FUNC3**, **FUNC4**, УО **SFUNC1**, **SFUNC2**, **SFUNC3**, **SFUNC4**, **SNetCONFIGUR** и УО **ProvidCONFIGUR** бяха представени в точка 2. Класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги

УО **SCONFIGUR** представя конфигурацията на услуга, необходима на доставчика или направена по специална поръчка на абоната.

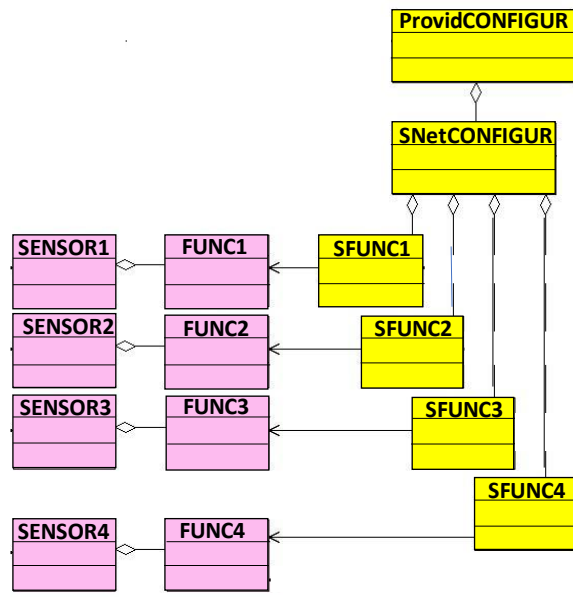
УО **SCOMPON** съдържа всички части на една услуга, които трябва да се разпределят върху структурата на IoT.

УО **COMPON1**, УО **COMPON2**, УО **COMPON3** и УО **COMPON4** съдържат комбинацията от компоненти за всеки сензор.

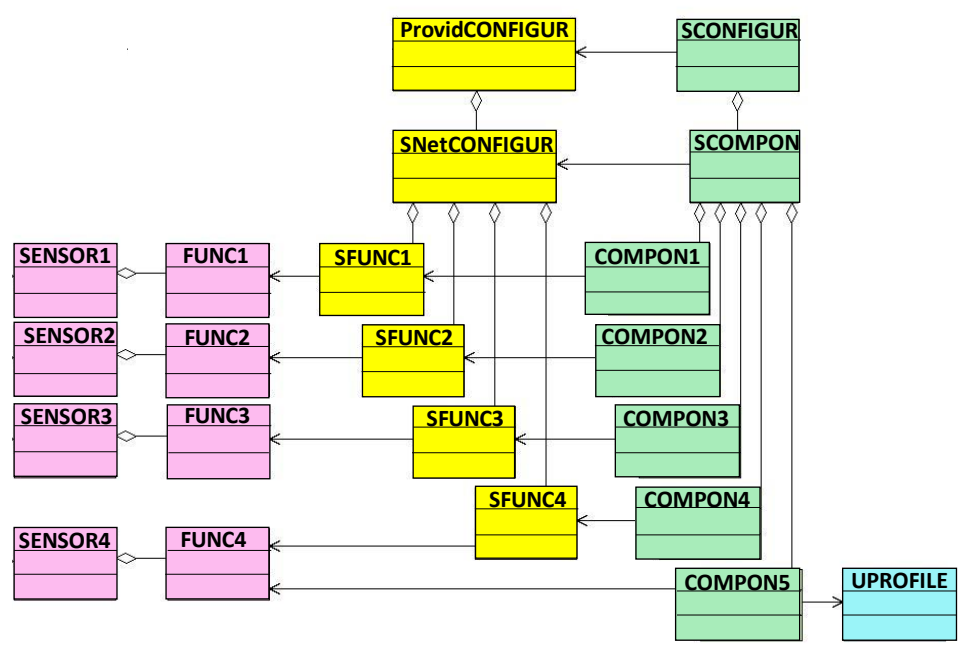
УО **COMPON5** представя запис във функция FUNC4 за специфичен абонат на услуги.

УО **UPROFILE** съдържа информация, представяща гледната точка на потребителя на мрежата и дава възможност за клиентски контрол.

На фиг. 3 е показана UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с точката за достъп



Фиг. 2. UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги

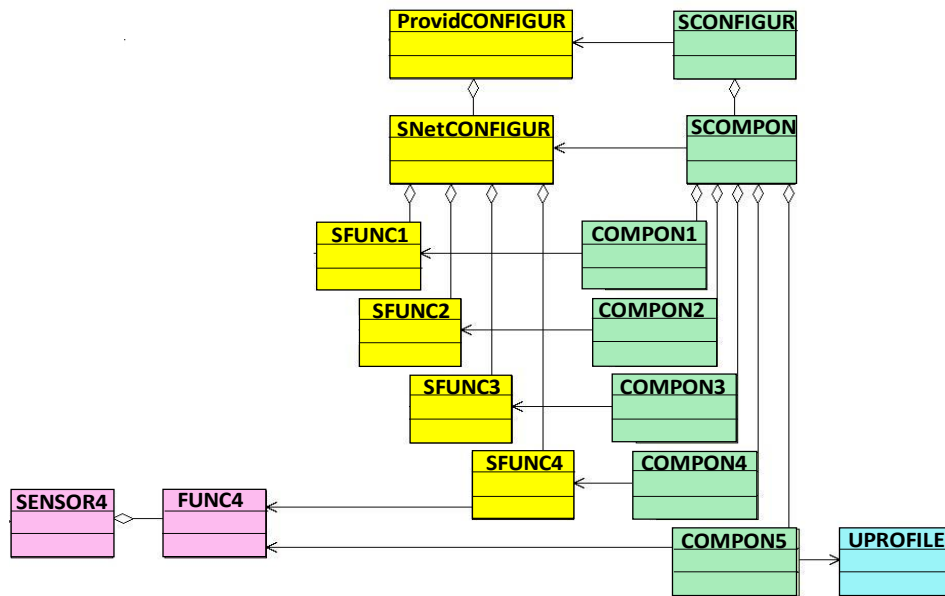


Фиг. 3. UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с точката за достъп

4. Класове управлявани обекти за комуникацията Доставчик на енергийни услуги с друг такъв(Потребител)

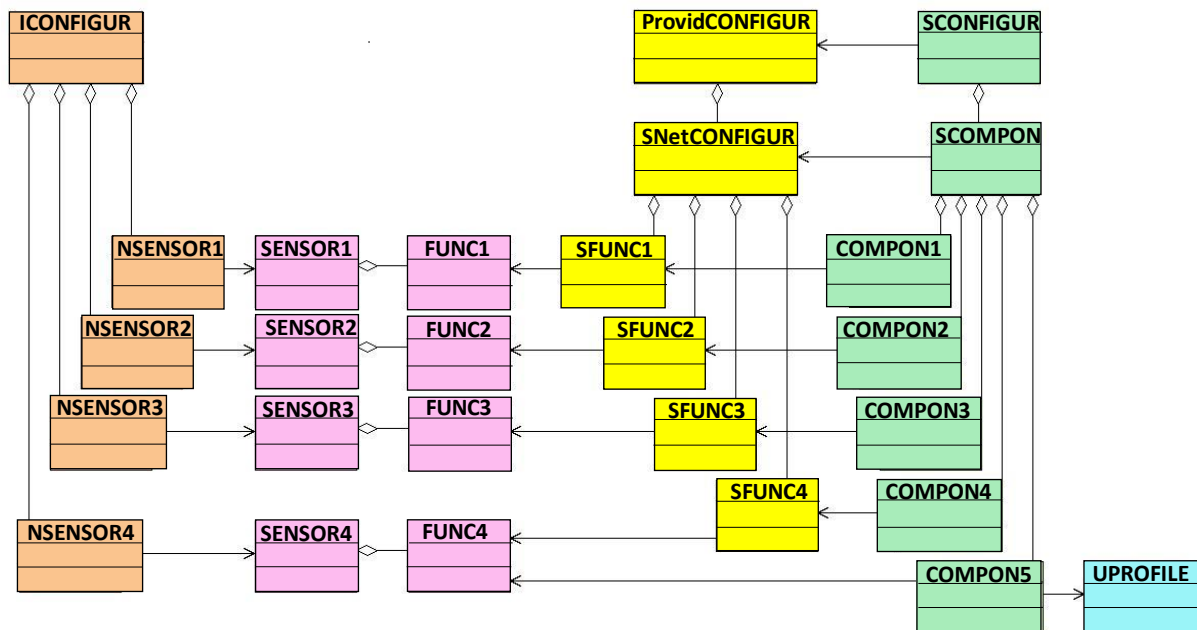
УО **SENSOR4** беше представен в точка 1. Класове управлявани обекти за комуникацията Сензор за IoT с друг такъв. УО **FUNC4**, УО **SFUNC1**, **SFUNC2**, **SFUNC3**, **SFUNC4**, **SNetCONFIGUR** и УО **ProvidCONFIGUR** бяха представени в точка 2. Класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с доставчик на енергийни услуги. УО **SCONFIGUR**, УО **SCOMPON**, УО **COMPON1**, УО **COMPON2**, УО **COMPON3** и УО **COMPON4**, УО **COMPON5** и УО **UPROFILE** бяха представени в точка 3. Класове управлявани обекти за комуникацията IoT-сензор с точката за достъп.

На фиг. 4 е показана UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията Доставчик на енергийни услуги с друг такъв.



Фиг. 4. UML диаграма на класове управлявани обекти за комуникацията Доставчик на енергийни услуги с друг такъв

Разгледаните виртуални топологии могат да се обединят в един общ модел Конфигурация на Smart Grid с вградени IoT-сензори. На фиг. 5 е показана UML диаграма на класове управлявани обекти за Конфигурация на Smart Grid с вградени IoT-сензори.



Фиг. 5. Конфигурация на Smart Grid с вградени IoT-сензори

Заклучение

В заключение може да се отбележи, че разгледаните виртуални топологии могат да се обединят в един общ модел Конфигурация на Smart Grid и имат следните съществени предимства:

- Осигуряване на непрекъснато измерване на двупосочната комуникация между Доставчик и Потребител;
- Не смущават участниците по време на комуникацията;

- Лесно могат да се интегрират с други приложения, което позволява едновременно наблюдение на потребление, таксуване, доставяне, повреди и оторизиране.
- Изключително полезни в случаите за дълговременно наблюдение на нови участници.
- Приложими в екстремни условия, като суша, наводнения и хакерски атаки.

Литература:

1. Haytham, M. A. Ahmed et al, A reliability-based stochastic planning framework for AC-DC hybrid smart distribution system, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* (2018). DOI: 10.1016/i.ijepes.2018.11.003.
2. Wazeer, A., Akhand Pratap Singh. SMART GRID. September 2018. Conference: ICT Globalization and Automation. At: IIMT College of Engineering, Greater Noida, Uttar Pradesh, India.
3. Leal-Arcas, R. Chapter: Smart Grids and Empowering the Citizen. August 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-23933-6_7. In book: Solutions for Sustainability.
4. Bikmetov, R., M. Yasin Akhtar Raja, Tanmay Sane. Infrastructure and applications of Internet of Things in smart grids: A survey. September 2017. DOI: 10.1109/NAPS.2017.8107283. Conference: 2017 North American Power Symposium (NAPS).

Статията е част от проект МЕМФ №160-11.03/2019 „Проектиране и обслужване на система за наблюдение чрез сензори за интернет (IoT)“ от Научноизследователската дейност на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ - София.