

Intelligente, selbstbeschreibende Sensornetzwerke mit regelbasierter Unterstützung für Inbetriebnahme und präventive Wartung

Dr. Thomas Dreyer, RACOS GmbH, SWE
Andrea Schröder, FGH e.V., Abt. Anlagentechnik

Intelligent, Self-describing Sensor Networks with Rule Support for Initial Operation and Preventive Maintenance

The talk presents plans for an enhanced prototype of an integrated system platform for the initial operation and the maintenance engineer: Today, both on-site process monitoring and detailed design documentation for an electro-technical plant or system are standards. But a real integration of all information, e.g. by combining actual and historic PLC states with all engineering information available, as well as solid foundations for best practise advice, rule based diagnosis and preventive maintenance are still missing. Based on results of the ongoing EC project S-TEN (FP6-IST-2005-027683) which is expected to deliver these foundations, plans for a prototype demonstrating the feasibility of such a system are described.

Keynotes: rule based diagnosis, best practise advice, preventive maintenance

1. Problemstellung

Im Bereich elektrotechnischer Anwendungen existiert nur wenig systematisiertes Wissen in Bezug auf Fehlervorhersage. Aber nicht nur hier, sondern schon bei der Fehlerdiagnose bei Inbetriebnahme und Wartung ist bisher alles – nicht zuletzt auf Grund der oft hohen Systemkomplexität – von der praktischen Erfahrung des zuständigen Inbetriebnahme- oder Serviceingenieurs abhängig. Deshalb ist es von entscheidender Bedeutung, dass nicht nur alle benötigten Informationen wie

- aktuelle Messdaten und zugehörige historische Daten,
- Konstruktions- und Schemapläne,
- Stücklisten,
- Produktdaten,
- Informationen über geeignete Ersatzteile und ihre Verfügbarkeit

in integrierter Form zur Verfügung gestellt werden sondern auch Entscheidungshilfen, durch die der Systemverantwortliche bei seiner Tätigkeit entlastet wird.

Eine vollständige Integration und semantische Interpretierbarkeit der Daten sind darüber hinaus auch Voraussetzungen für die Anwendung von Regeln und damit für

automatisierbare Verfahren zur Unterstützung bei Fehlervorhersage und präventiver Wartung.

In diesem Beitrag wird ein im April dieses Jahres gestartetes EU-Projekt - S-TEN (FP6-IST-2005-027683, www.s-ten.eu) - vorgestellt, das unter Verwendung von Semantic Web Technologien automatisierte Netzwerk Management Systeme für Anwendungen aus den Bereichen Technik und Umwelt entwickelt. Im Rahmen dieses Projektes werden die notwendigen Grundlagen geschaffen, die Voraussetzung für den im Bereich Inbetriebnahme und Wartung anvisierten Fortschritt sind. Der Schwerpunkt dieses Beitrages liegt auf der Beschreibung von Systemanforderungen für einen Prototypen, der die praktische Umsetzbarkeit der im Rahmen von S-TEN geschaffenen Grundlagen für elektrotechnische Systeme demonstrieren soll.

2. Stand der Technik

Der gegenwärtige Stand der Unterstützung von Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung von elektrotechnischen Systemen und Anlagen umfasst SCADA-Systeme, Online-Monitoring und die Vorhaltung umfangreicher Dokumentation. Die allgemeine Situation ist durch proprietäre Lösungen auf der Basis von semantisch nicht interpretierbaren Daten gekennzeichnet.

Die Datenerfassung beruht weitgehend auf proprietären SCADA-Systemen - OPC UA (OPC Unified Architecture) verspricht hier einen gewissen Fortschritt - und die zugehörige Messdatenhistorie wird in entsprechenden proprietären Datenbanken abgelegt. Im vorhandenen Umfang werden auch (Sensor)Netzwerkinformationen in zentralen Datenbanken in nicht-standardisierten Formaten abgelegt.

In der Betriebsführung stehen ansatzweise automatische Entscheidungshilfen im Sinne von 'best practise advice' zur Verfügung, die meist auf selbst gestrickten Lösungen basieren. Ähnliche Systeme zur Unterstützung von Inbetriebnahme und Wartung, speziell auch unter dem Gesichtspunkt einer Integration von Projektierungs-, Design- und Betriebsinformationen, sind bisher nicht verfügbar. Ansätze zu einer präventiven Wartung stecken noch in der Kinderschuhen.

Eine echte Integration und semantische Interpretierbarkeit aller verfügbaren Informationen zur Unterstützung von Inbetriebnahme und Wartung, wie sie Voraussetzung für präventive Wartungsansätze ist, fehlt bislang. Die verfügbare (Fern)Überwachung basiert zudem auf proprietären Lösungen, beschränkt sich meist auf die Überwachung aktueller Produktionsparameter und stellt im Allgemeinen keine weitergehenden Informationen zur Verfügung.

3. Das Forschungsprojekt S-TEN

Zur Schaffung technologischer Grundlagen, die geeignet wären, um den dargelegten Einschränkungen und Defiziten entgegenwirken zu können, wurde das EU-Projekt S-TEN (FP6-IST-2005-027683, Laufzeit: 1. April 2006 bis 30. September 2008) initiiert, das auf der Basis von Semantic-Web-Technologien intelligente, selbstbeschreibende

Netzwerke für Anwendungen aus den Bereichen Technik und Umwelt entwickeln wird.

S-TEN zielt darauf ab, sich ständig ändernde Sensornetzwerke selbstbeschreibend zu machen, indem die Einzelkomponenten des Netzes eine individuelle Präsenz im 'Web' oder im Intranet erhalten und in ihrer Semantik interpretierbare technische Daten veröffentlichen. Hierzu gehört auch die Verbindung der zwei bislang getrennten Welten OWL und STEP (STandard for the Exchange of Product data, ISO-10303): Diese Brücke ermöglicht den Zugriff auf umfangreiche, semantisch weitgehend interpretierbare Projektierungsinformationen.

Durch Anwendung formaler Regeln und von Prozesswissen auf die publizierten, semantischen Daten, können Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt und 'best practise support' und präventive Wartung ohne Rückgriff auf zentrale, proprietäre Datenbanken unterstützt werden.

Zur Überprüfung der Tragfähigkeit der theoretischen Ergebnisse von S-TEN werden vier Prototyp-Anwendungen aus folgenden Bereichen entwickelt:

- Umwelt-Monitoring,
- Steuerung von verteilten Ressourcen in Elektrischen Netzen,
- Sekundärregelung von Elektrischen Netzen
- Inbetriebnahme und präventive Wartung in elektrotechnischen Systemen.

4. Angestrebte Ergebnisse

Nachfolgend sollen – ohne ins Detail zu gehen – die wichtigsten im S-TEN Projekt angestrebten Ergebnisse dargestellt und insbesondere auf den geplanten Prototypen „Inbetriebnahme und präventive Wartung in elektrotechnischen Systemen“ eingegangen werden.

4.1 Kurzbeschreibung des Forschungsprojektes S-TEN

Ziel des S-TEN Projektes ist es, das Semantische Web für naturwissenschaftliche und technische Applikationen zu nutzen und in Entscheidungssituationen den jeweils Verantwortlichen zu unterstützen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der jeweils Verantwortliche mit einem komplexen und potentiell sich ständig ändernden Netzwerk von Messstellen und anderen Komponenten konfrontiert ist.

Strukturen für die formale Beschreibung von Informationen werden im Semantischen Web in so genannten Ontologien beschrieben. Als Sprache wird OWL (Ontologie Web Language) eingesetzt. S-TEN erweitert verbreitete internationale Standard-Ontologien für eine Verwendung im Kontext von sich selbstbeschreibenden, intelligenten Netzwerken für naturwissenschaftliche und technische Applikationen.

Im Rahmen von S-TEN werden die Voraussetzungen zur Definition von formalen Regeln zur Unterstützung von Systemoperationen entwickelt. Auf dieser Basis können dann Problem bezogen Regeln formuliert und auf die im Web verfügbaren

Informationen (Messdaten, menschlichen Beobachtungen und Designinformationen) angewendet werden.

Dabei ist entscheidend, dass sich die verfügbaren Informationen nicht in einer zentralen Datenbank befinden müssen, sondern dass jeder Knoten eine eigene Intelligenz besitzt, sich eigenständig im Netzwerk anmeldet und seine Informationen, mögliche Funktionen und Daten publiziert. Notwendige Informationen stehen dann in ihrem Kontext zur Verfügung und können bei Bedarf von einem Suchprogramm abgerufen werden.

Beim Eintritt eines bestimmten Ereignisses kann dann mit Hilfe von konfigurierbaren Regelsystemen automatisch Alarm ausgelöst und im jeweiligen Kontext relevante Information zur Verfügung gestellt werden, um eine möglichst fundierte Entscheidung zu ermöglichen. Dabei wird der aktuell gültige Zustand des Netzwerks in den Entscheidungsprozess einbezogen. Je nach Verantwortlichem sind unterschiedliche Sichten auf gemeinsame Daten möglich. So werden z.B. die Flussparameter eines Flusses von der Feuerwehr und einem Forschungsinstitut von unterschiedlichen Gesichtspunkten aus betrachtet und bewertet.

4.1.1 Erweiterung für AIDC Geräte

Die S-TEN Ontologien eignen sich zudem für die Speicherung von Daten auf AIDC (*Automated Identification and Data Capture*) Geräten (Barcodes, Smartcards, RFID, etc.). So können z.B. Information über die Rolle eines Gerätes innerhalb eines Netzwerks und historische Daten auf einem AIDC Gerät gespeichert werden und die im Web verfügbaren Daten durch die Daten auf dem AIDC Gerät upgedatet werden.

4.1.2 Verbindung von OWL mit STEP

Ein wichtiger Bestandteil von S-TEN ist die Verbindung der zwei bisher getrennten Welten OWL und STEP. Ein OWL-STEP Konverter bietet folgende Vorteile:

- Einerseits können OWL Definitionen aus STEP Objekten generiert werden, die mit Hilfe von benutzerfreundlichen CAD Systemen erzeugt wurden.
- Andererseits können im Web veröffentlichte und in OWL definierte Informationen in STEP-Objekte umgewandelt und durch existierende CAD Systeme und STEP-Tools dargestellt werden.

4.1.3 Innovationen

Die Innovationen von S-TEN können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Definition einer Ontologie, mit der ein Gerät seine Existenz und seine Position innerhalb des Netzwerks und die von ihm bereitgestellten Funktionen bekannt macht.

- Definition einer Ontologie, mit deren Hilfe menschliche Beobachtungen festgehalten und als semantisch interpretierbare Informationen im Web publiziert und in automatische Verfahren einbezogen werden können.
- Entwicklung und Anwendung von Regeln zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen und anderen Systemoperationen (Prozessüberwachung, Präventive Wartung, Entscheidungshilfe etc.).
- Design eines OWL-STEP Konverters.

4.2 Beschreibung des Prototypen

Der hier vorgestellte Prototyp, soll dem Inbetriebnahme- und Wartungsingenieur einen standortunabhängigen Zugang zu aktuellen und historischen Mess-Daten und zur Gesamtheit einer Maschinen- oder Anlagendokumentation ermöglichen und Entscheidungshilfen auf der Basis von in ihrer Semantik interpretierbaren Informationen und regelbasierter Diagnose und Prognose bereitstellen.

4.2.1 Angedachte Funktionalität

- **Anwenderverwaltung**
Der Administrator kann neue Anwender hinzufügen, existierende Anwender löschen oder Anwender- und Anwenderprofildaten editieren.
- **Projekt Auswählen**
Basisinformationen über alle auf dem jeweils angesprochenen S-TEN-Server bekannten Anlagen, Systeme oder Subsysteme – im Folgenden Projekt genannt - können abgerufen werden. Nachfolgend kann ggf. ein interessierendes Projekt selektiert werden.
- **Datenbezogene Funktionen**
 - **Datenmonitoring**
Online-Datenmonitoring erlaubt es dem Anwender, Online-Informationen wie Messwerte oder Ereignisse (SPS-Zustände) auszuwählen und anzuzeigen. Die eigentliche Innovation besteht hier in der Möglichkeit, Messdaten und grafische Projektierungsinformation (z.B. Stromlauf-, Übersichts- und Aufbaupläne) miteinander zu verknüpfen: In diesen Plänen können dann z.B. sich ändernde SPS-Zustände (historisch oder aktuell) durch Farbumschlag angezeigt werden. Durch Verwendung des SVG-Formates können auch Fremddokumente angezeigt und – wenn entsprechend „getaggt“ – auch zum Leben erweckt werden.
 - **Datenbrowsing**
Das „Browsen“ von Daten bezieht sich sowohl auf Messdaten als auch auf projektspezifische oder projektübergreifende Dokumentation:

- **Messdaten**
Aktuelle wie auch historische Daten wie z.B. alle gemessenen Öltemperaturen (Minimum/Maximum/Durchschnitt) eines bestimmten Tages zwischen 8:00 und 11:00 Uhr, können in einheitlicher Form abgefragt werden.
- **Dokumentation**
Abfrage bzw. Abrufen von Produktdaten, Stücklisten oder grafischen Unterlagen im Kontext eines spezifischen Objektes: So können z.B. alle verfügbaren Daten zu einem bestimmten Transformator oder zu einer bestimmten SPS angezeigt werden.
- **Editieren von Daten**
In beschränktem Umfang können Daten durch autorisierte Anwender editiert werden. Hierzu gehört z.B. das Einbringen von „red-lining-Information“ oder das Eintragen und Editieren von „Alarmempfängern“ bzw. der Medien mit deren Hilfe diese benachrichtigt werden sollen.
- **Ereignispaket**
 - **Ereigniskonfiguration**
Der Systemadministrator definiert Ereignisse – z.B. durch Setzen oberer und unterer Grenzen für bestimmte Größen – und die zugehörigen Warnungen und Alarmmeldungen.
 - **Registrierung für Ereignisse**
Der autorisierte Anwender kann sich für konfigurierte Ereignisse registrieren und das oder die Medien der Ereignisbenachrichtigung (z.B. SMS, PC, Email, etc.) definieren.
 - **Ereignisbenachrichtigung**
Wenn ein Ereignis eintritt, für das ein autorisierter Anwender eine Registrierung durchgeführt hat, wird er oder der entsprechende „Alarmempfänger“ benachrichtigt. Warnungen, Alarmmeldungen und Grenzwertüberschreitungen bei Messwerten werden aufgezeichnet und archiviert und stehen somit bei Bedarf jederzeit zur Verfügung.
 - **Ereignisbestätigung**
Optional können entsprechend autorisierte Anwender Warnungen und Alarmmeldungen bestätigen. Entsprechende Aktionen werden aufgezeichnet.
- **Regelpaket**
Auf der Basis von semantisch interpretierbaren Informationen können anwendungs-, problem- oder situationsspezifisch Regeln definiert werden, die automatische Ableitungen und nachfolgend angestoßene Aktionen ermöglichen.
- **Regeln Browsen**
Das „Browsen“ von Regeln bezieht sich sowohl auf die Gesamtheit der bereits definierten Regeln, als auch auf den Kontext und Status ihrer Aktivierung.

- **Regeln Editieren**
Neue und bereits existierende Regeln und Regelsysteme können syntaxüberwacht editiert werden.
- **Regeln aktivieren/deaktivieren**
Bereits vorhandene korrekte Regeln können kontextbezogen aktiviert und deaktiviert werden.
- **Entscheidungshilfe**
Eine der wesentlichen Innovationen von S-TEN besteht in der Möglichkeit, allgemeine Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen durch Definition einer geeigneten Ontologie für automatische Verfahren zugänglich zu machen. Die dadurch semantisch interpretierbaren Aufzeichnungen können nachfolgend mit „ist ein“- , „Teil von“- und Konnektivitätskontexten aus der Projektierungssicht verbunden und mit Hilfe von formalen Regeln verknüpft und aktiviert werden.
- **Beobachtungen browsen**
Das „Browsen“ von Beobachtungen bezieht sich auf die Gesamtheit aller allgemeinen Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen und ihre kontextuellen Verknüpfungen und Aktivierungen.
- **Beobachtungen editieren**
Neue und bereits vorhandene allgemeinen Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen können „Ontologie geleitet“ editiert werden.
- **Beobachtungen verknüpfen**
Die Gesamtheit der allgemeinen Beobachtungen, Einschätzungen und Fehlerbeschreibungen kann mit den gewünschten Projektierungskontexten verknüpft werden.

5. Schlussfolgerungen

5.1 S-TEN

Das Vorgängerprojekt ScadaOnWeb hat durch Input zur OWL-Version ISO 15926-2 und durch die Definition von Ontologien für den Bereich der Engineering-Daten einen Beitrag zur Entwicklung des Semantic Web geleistet. Ähnliches wird von S-TEN angestrebt. Darüber hinaus soll der „Gap“ zwischen STEP und OWL geschlossen und eine Brücke zwischen diesen bisher getrennten Welten geschaffen werden.

Auf der Basis der von S-TEN geschaffenen technologischen Grundlagen soll nachfolgend die Tragfähigkeit der theoretischen Ansätze an Hand von vier verschiedenen Szenarien überprüft und die Machbarkeit von sachbezogenen Entscheidungshilfen im Umfeld komplexer und sich ständig verändernder (Sensor)Netzwerke belegt werden.

5.2 „Inbetriebnahme und präventive Wartung in elektrotechnischen Systemen“

Die in diesem Beitrag vorgestellten Pläne für eine Prototyp-Applikation „Inbetriebnahme und präventive Wartung in elektrotechnischen Systemen“, die auf von S-TEN geschaffenen Technologie aufsetzt, bedeuten einerseits einen weiteren Schritt hin zu einer echten Integrationsplattform für alle verfügbaren Informationen über eine Maschine oder Anlage – von der Projektierung über die Ausführung bis hin zur Wartung und andererseits einen ersten Versuch, Entscheidungshilfen auf der Basis von in ihrer Semantik interpretierbaren Informationen und regelbasierter Diagnose und Prognose bereitzustellen.

Das S-TEN Projekt wird von der Europäischen Gemeinschaft Bereich „Information Society Technologies“ (IST) *FP6-IST-2005-027683* finanziell unterstützt.