

INTERNET RZECZY W ZASTOSOWANIU DO STEROWANIA PRODUKCJĄ

Jerzy LIPSKI

Streszczenie: Nowa technologia informatyczna znana pod nazwą „Internet rzeczy” (*Internet of Things* – IoT) dostarcza narzędzi do uproszczenia i obniżenia kosztów monitorowania oraz sterowania procesami. W artykule zaproponowano zastosowanie tej technologii do bieżącego zbierania informacji o stanie procesu wytwarzania w celu optymalizacji decyzji sterujących tym procesem. Kompleksowa akwizycja różnych danych o stanie maszyn technologicznych, narzędzi, parametrach procesów technologicznych i rezultatach jakościowych oraz ilościowych pozwoli na predykcję przyszłych stanów i sterowanie zapewniające ciągłość procesu produkcyjnego.

Słowa kluczowe: Internet rzeczy, sterowanie procesami, chmura obliczeniowa, predykcja stanu procesu.

1. Technologia IT Internet rzeczy

Internet rzeczy, (ang. *Internet of Things* - IoT) jako technologia pozwalająca na automatyczną komunikację między aktywnymi elementami systemów technicznych, został zdefiniowany przez Kevina Ashтона w 1999 roku w prezentacji Procter & Gamble (P&G) zatytułowanej „*Internet of Things*” [1]. Autor zaproponował wykorzystanie transmisji danych przez Internet z wykorzystaniem RFID do sterowania łańcuchem dostaw w P&G.

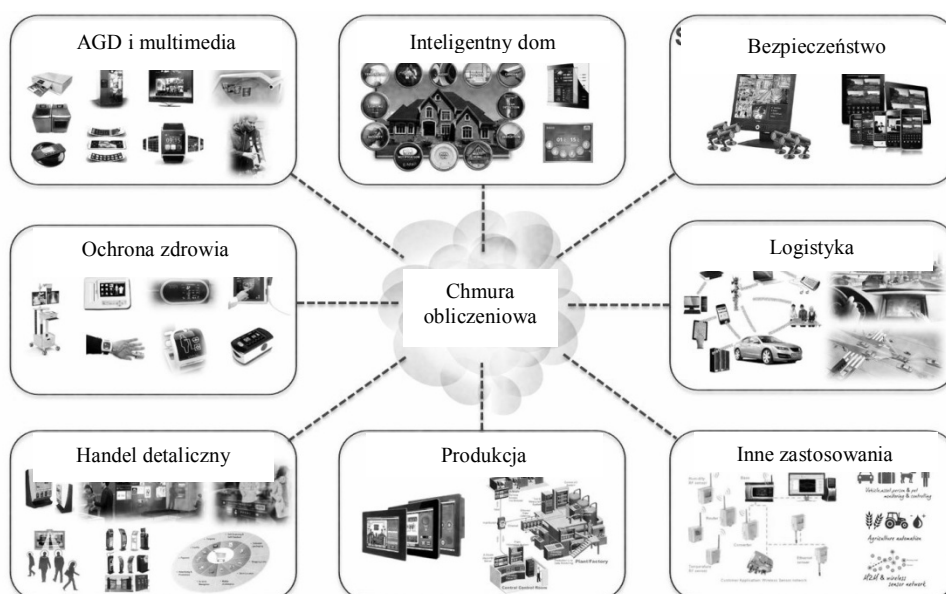
Obszar zastosowań Internetu rzeczy staje się, w miarę upływu czasu, coraz szerszy[6]. Na rys. 1. zasygnalizowano tylko główne obszary działalności człowieka, w których ta technologia znalazła zastosowanie. Są to :

- sprzęt AGD i multimedialny;
- inteligentny dom;
- systemy bezpieczeństwa;
- systemy ochrony zdrowia i życia;
- marketing w handlu detalicznym;
- systemy produkcyjne;
- logistyka;
- inne zastosowania np. w hodowli i uprawach roślin.

Wykorzystanie Internetu jako kanału do wymiany informacji jest obecnie powszechne. Szacuje się jednak, że na ok. 50 peta bajtów informacji dostępnej w Internecie w większości źródłem informacji jest człowiek, jako pośrednik między właściwym jej źródłem a komputerem połączonym z globalną siecią komputerową. Forma tego pośrednictwa może być bardzo różna, np.:

- fotografia wykonana przez człowieka;
- przyciśnięcie przycisku wysyłającego bit informacji;
- zeskanowanie kodu paskowego.

Jeżeli odbiorcą tak wysłanych informacji jest również człowiek to trzeba zauważyć pewne ograniczenia, które stanowią barierę w sprawnym ich wykorzystaniu. Człowiek ma ograniczone możliwości percepcji szybkozmiennych sygnałów a także dokładności ich interpretacji. Oznacza to, że duża część ważnych informacji, mimo że przesłana, jest niewykorzystana w praktycznym zastosowaniu tak skonstruowanego kanału informatycznego. Jednocześnie ilość informacji potrzebna do sprawnego działania systemów produkcyjnych, logistycznych i automatycznego sterowania rośnie. Dzieje się tak dlatego, że rosną wymagania co do sprawności i optymalności działania wszystkich systemów. Spełnienie tych wymagań będzie możliwe przez wyeliminowanie wszędzie, gdzie przy obecnym stanie techniki jest możliwe, człowieka jako pośrednika w przepływie informacji od obserwowanych zjawisk do systemów obliczeniowych dokonujących ich interpretacji i generujących decyzje sterujące.



Rys. 1. Potencjalne obszary zastosowania Internetu rzeczy

W przypadku procesów wytwórczych, można wyróżnić szereg systemów, które mogą potencjalnie stać się pośrednikiem między kanałem informacyjnym a fizycznym otoczeniem. Systemy te można sklasyfikować z punktu widzenia kierunku przepływu informacji na:

- sensory różnych wielkości fizycznych mierzalnych w procesach wytwarzania;
- urządzenia wykonawcze mogące w pewien sposób (określony cyfrową informacją) wpływać na stan procesów wytwarzania;

Oczywiście, aby stały się one „rzeczami” w kontekście Internetu rzeczy muszą być wyposażone w kartę sieciową (kablową lub bezprzewodową) i urządzenia kodujące informację w standardzie akceptowanym przez sieci komputerowe.

Powstaje pytanie, dlaczego proponuje się Internet do komunikacji między tak zdefiniowanymi sensorami i urządzeniami wykonawczymi a nie sieć lokalną w jednym ze standardów przemysłowych. Dominującym argumentem mogą być koszty wdrożenia systemu komunikacji. W większości przedsiębiorstw istnieje już sieć komputerowa

połączona z Internetem i przy niewielkich nakładach może być jej funkcjonalność poszerzona o bezpośrednią komunikację między obiektami fizycznymi. Drugim argumentem jest powstanie i ciągły wzrost wykorzystania systemów obliczeniowych w chmurze. Dane z sensorów rozmieszczonych w różnych miejscach procesu wytwarzania mogą być przetwarzane on-line oraz archiwizowane w celu wykonywania analiz. Zaletą tego rozwiązania są niewielkie nakłady na wykonanie zaawansowanych obliczeń i utrzymanie serwerów danych o dużych pojemnościach. Funkcję tą przejmują klastrówce centra obliczeniowe w chmurze, które mogą podjąć najbardziej złożonym zadaniom sterowania i optymalizacji.

Biorąc pod uwagę takie zalety Internetu rzeczy jak: transmisję w czasie rzeczywistym, dużą precyzję pozyskiwania danych, niezależność od człowieka a także łatwość zaaplikowania w środowisku chmury obliczeniowej, konstruktorzy systemów sterowania procesami uzyskali bardzo zaawansowane i elastyczne narzędzie. Możliwości te są uzupełnione jeszcze jedną, nie mniej ważną cechą. W procesach podejmowania decyzji sterujących, zarówno na poziomie operacyjnym jak i strategicznym, przestaje się liczyć odległość. Decyzje mogą być podejmowane z każdego punktu na świecie, w którym jest dostęp do Internetu. Również w każdym takim punkcie można dokonywać bieżących analiz procesów realizowanych w odległych miejscach. Można także synchronizować w czasie procesy realizowane w różnych miejscach (np. oddziałach firmy).[2]

Zaawansowane możliwości tych technologii spowodowały powstanie rynku komponentów i oprogramowania służącego do aplikacji wszelkich innowacyjnych rozwiązań z zastosowaniem Internetu rzeczy. Jednakże, efekty wdrożenia projektów, wykorzystujących opisywane technologie, mogą być znacznie mniejsze od oczekiwanych jeżeli nie uwzględni się problemów standaryzacji. W aplikacji przemysłowej trzeba stworzyć jeden spójny ekosystem. Takie ekosystemy, na razie, w oparciu o własne konstrukcje proponują różne firmy branży elektronicznej i informatycznej. Tworzenie standardów, w ramach których będą działały komponenty wielu firm, może się zrealizować przez konsultacje między wieloma firmami, dojście do porozumienia i wprowadzenie odpowiedniego systemu. Inną drogą jest narzucenie standardów przez autorytatywne stowarzyszenia producentów lub silne w branży IT korporacje. Jednym z pierwszych zastosowań Internetu rzeczy był centralny system sterowania tzw. inteligentnym domem. W takim domu funkcjonalność poszczególnych urządzeń została poszerzona o wykorzystanie informacji zbieranych przez szereg czujników. Czujniki wilgotności i temperatury przesyłają informację wykorzystywaną do włączania lub wyłączania systemu nawadniającego ogród a także do podjęcia decyzji o zamknięciu lub otwarciu okien dachowych. Czujniki ruchu i podczerwieni generują informację o obecności ludzi w określonych pomieszczeniach inteligentnego domu co skutkuje podtrzymaniem oświetlenia i nagłośnienia tych tylko pomieszczeń. Odpowiednie czujniki w lodówce generują potencjalną listę zakupów, która może być wysłana przez e-mail do sklepu.

Podobne pomysły wykorzystania Internetu rzeczy mogą być adaptowane do obsługi procesów wytwarzania. Wiele firm z obszaru elektroniki i informatyki zauważyło te możliwości. Przykładem może być Intel, znany producent mikroprocesorów i układów scalonych. Projektanci Intela zaproponowali budowę całego „ekosystemu” dla Internetu rzeczy z ukierunkowaniem na potrzeby systemów wytwórczych. Projekt ten nazwano Intel IoT Platform [3]. Celem projektu jest ułatwienie łączności, zwiększenie bezpieczeństwa i standaryzowanie Internetu rzeczy. Intel nawiązał współpracę z dużą liczbą firm tworzących produkty działające w oparciu o Internet rzeczy. Należą do nich między innymi Accenture, Booz Allen Hamilton, Capgemini, Dell, HCL, NTT DATA, SAP, Tata

Consultancy oraz Wipro. Będą one w swoich systemach używać ujednoczone elementy. Ma to spowodować, że dane będą mogły być szybciej analizowane i wykorzystywane na potrzeby projektów przemysłowych.

Kolejnym elementem istotnym w budowie takiego ekosystemu są sprzęt i kompatybilne z nim oprogramowanie. Dlatego Intel ma plan wprowadzania zintegrowanych produktów sprzętowych i programowych, wspierających Intel IoT Platform. Zaoferuje oprogramowanie do zarządzania API i tworzenia usług, rozwiązania dla łączności między sprzętami i chmurą oraz inteligentne bramy sieciowe oraz całą gamę skalowalnych procesorów IA.

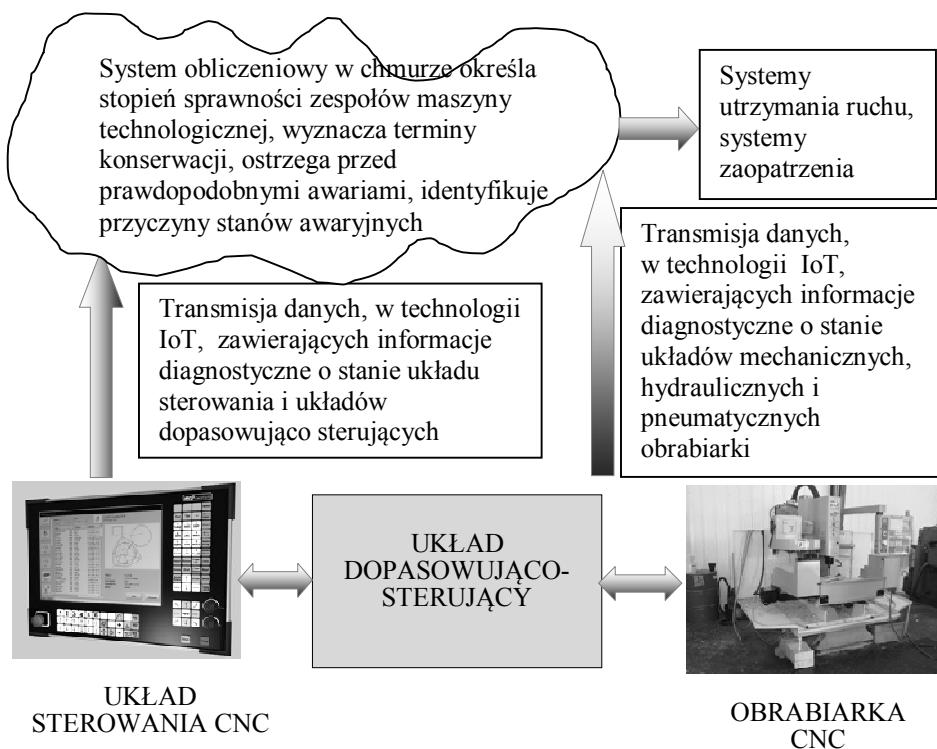
2. Potencjalne obszary zastosowania Internetu rzeczy w procesach wytwarzania

Istniejąca w fabrykach infrastruktura informatyczna pozwala na wymianę informacji z systemami obliczeniowymi w chmurze. Intensywna analiza danych napływających z przedsiębiorstwa w czasie rzeczywistym zwiększa szanse na biznesowy sukces. Szansę tą jeszcze poprawia zastosowanie technologii IoT wraz z odpowiednim oprogramowaniem. Ilość informacji rejestrowanej w ten sposób wielokrotnie wzrośnie, jednak stosując opracowane już algorytmy Business Intelligence będzie można łatwiej sprostać konkurencji. Internet rzeczy, w zastosowaniach przemysłowych, dopiero nabiera kształtu przydatnej technologii ale biznes już teraz pokłada w niej nadzieję. IoT powinna połączyć „rzeczy” z „chmurą obliczeniową”, zintegrować się z istniejącą infrastrukturą, radzić sobie z zarządzaniem analizą generowanych danych i zapewniać ich bezpieczeństwo. Jest to duże wyzwanie dla inżynierii produkcji i informatyki.

Poszukując najbardziej efektywnych a jednocześnie realnie możliwych do zastosowania obszarów zastosowania IoT zaproponowano kilka koncepcji wykorzystania tej technologii w przemyśle.

2.1. Systemy diagnostyki maszyn technologicznych

Maszyny technologiczne są obecnie konstruowane jako systemy mechatroniczne [5] Oznacza to, że funkcje jakie mają spełniać są realizowane zarówno technikami z obszaru technologii mechanicznej jak i elektroniki i automatyki a także w znacznym stopniu informatyki. Taki sposób konstruowania ułatwia działania systemów diagnostycznych, ponieważ te wykorzystują sygnały reprezentujące bieżące stany obiektów, najlepiej w formie cyfrowej. Sygnały te, w większości, są rejestrowane dla celów sterowania. Systemy sterowania maszyn technologicznych mają charakter wyspecjalizowanych komputerów czasu rzeczywistego zwanych systemami wbudowanymi. Komputery te do wykonania swoich zadań potrzebują informacji, która może być wykorzystana dodatkowo przez algorytmy realizujące diagnostykę. Większość firm produkujących zaawansowane konstrukcje maszyn technologicznych wbudowuje w ich systemy sterowania procedury diagnostyczne zabezpieczając je już w trakcie uruchamiania przed eksploatacją w stanach awaryjnych. Wbudowane systemy diagnostyczne potrafią wykryć nieprawidłową pracę systemów zasilania zarówno elektrycznego jak i hydraulicznego, niesprawność zespołów podawania, ustalania i mocowania narzędzi czy niesprawność układów pomiarowych. Oczywiście, jak większość współczesnych komputerów, diagnozują także poprawność swojego działania. Nie dopuszczają do eksploatacji obrabiarki i wyświetlają odpowiednie komunikaty wspomagające identyfikację uszkodzenia [4].



Rys.2. Przykład zastosowania technologii Internet rzeczy do budowy systemu diagnostyki maszyn technologicznych

Poziom techniczny większości tak skonstruowanych maszyn technologicznych pozwala na ich włączenie do Internetu rzeczy ponieważ istnieje możliwość wbudowania układów transmisji danych cyfrowych z lokalnych systemów sterowania do sieci komputerowej i przez Internet do chmury obliczeniowej. Przykład tak skonstruowanego systemu diagnostycznego pokazano na rys.2. Powstaje pytanie: jakich efektów można oczekiwać zbierając dane diagnostyczne z maszyn technologicznych?

Efektami zastosowania takiej technologii będzie możliwość zastosowania złożonych wieloparametrycznych algorytmów do:

- wykrycia zaistniałych uszkodzeń podzespołów maszyny,
- predykcji stanów awaryjnych w przyszłości,
- oszacowania czasu do możliwego wystąpienia awarii,
- identyfikacji miejsca awarii i prawdopodobnej przyczyny.

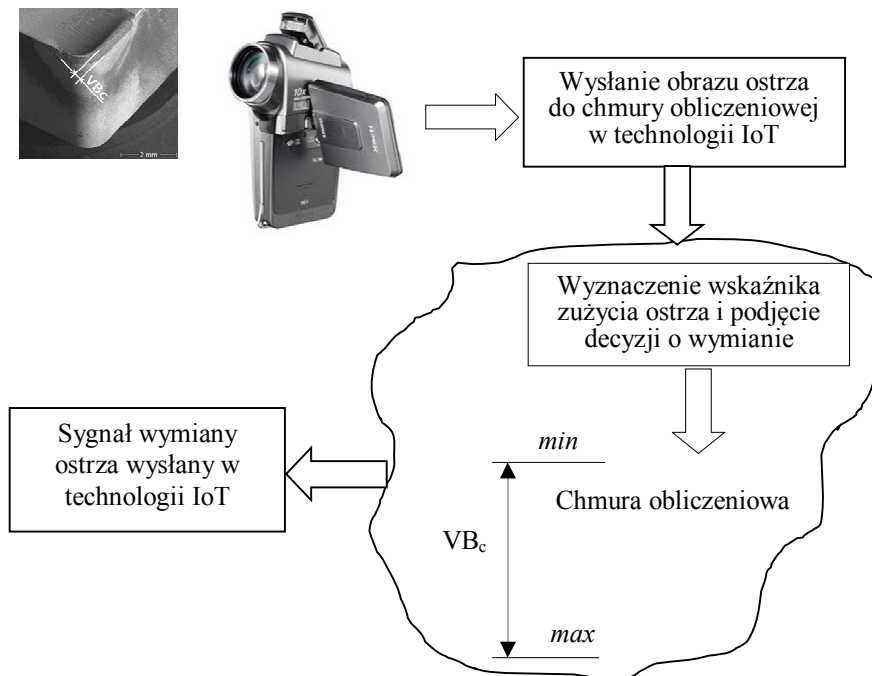
W celu osiągnięcia wymienionych celów można stosować metodę porównywania wieloparametrycznych obrazów, w przestrzeni różnych rejestrowanych parametrów, w czasie życia maszyny. Przy czym, istotne informacje mogą być pozyskane nie tylko z porównania obrazów ale także z analizy dynamiki ich zmian. Takie obliczenia wymagają dużej mocy obliczeniowej do analizy danych w czasie rzeczywistym, jednak ich efekty są nie do przecenienia dla menadżera zarządzającego produkcją. Jeżeli systemem IoT, w obszarze diagnostyki maszyn, zostanie objęty cały ciąg produkcyjny to systemy

diagnostyczne same uszeregują wagę i kolejność obsługi oraz napraw a także zarezerwują (lub zamówią) potrzebne zasoby. Algorytmy nadrzędne w oparciu o dane z systemu ERP po analizie danych diagnostycznych będą w stanie tak sterować obciążeniem maszyn, aby zapewnić ciągłość produkcji i zminimalizować straty wydajności spowodowane koniecznymi naprawami. Obecnie efekt oceny miejsca i czasu potencjalnej awarii może być osiągnięty lokalnie, dla konkretnej maszyny, o ile zastosuje się zaawansowane systemy obliczeniowe. Biorąc pod uwagę, że we współczesnych systemach produkcyjnych jest zaangażowanych kilkadziesiąt a nawet kilkaset maszyn technologicznych i robotów przemysłowych, koszty wyposażenia ich w autonomiczne systemy diagnostyczne najnowszej generacji, bez zastosowania technologii IoT, będzie nieakceptowalnie wysoki. Przy czym, osiągnięcie efektu globalnego wykorzystania danych diagnostycznych także będzie wymagał dodatkowych nakładów. Biorąc pod uwagę wymienione argumenty należy się spodziewać, w najbliższym czasie, rozwoju innowacyjnych rozwiązań w obszarze diagnostyki maszyn technologicznych i procesów utrzymania ruchu, wykorzystujących technologię Internetu rzeczy.

2.2. Systemy diagnostyki narzędzi i oprzyrządowania produkcyjnego

Podobną wagę dla sprawnego przebiegu procesów technologicznych odgrywa diagnostyka narzędzi i przyrządów produkcyjnych. Różnica polega na skali problemu. Przeciętne współczesne centrum obróbkowe jest wyposażone w kilkadziesiąt narzędzi wykorzystywanych w różnych fazach procesu obróbkowego. Większość tych narzędzi nie ma charakteru narzędzi specjalnych a więc występuje na wielu maszynach technologicznych. Podobnie jest z częścią oprzyrządowania. Bieżąca znajomość stopnia zużycia tych ważnych i licznych komponentów procesu wytwarzania w skali wydziału lub przedsiębiorstwa jest niezwykle ważna dla racjonalnego zarządzania zasobami narzędziowni i opracowania strategii zakupów. Umieszczenie systemów diagnostycznych narzędzi na pojedynczych maszynach pozwala na lokalną eliminację uszkodzonych narzędzi (za pośrednictwem człowieka) lub czasami predykcję ich przyszłych stanów. Jednak informacja ta nie może być wykorzystana globalnie do zapewnienia ciągłości procesów technologicznych. W tym obszarze można także liczyć na efekty wprowadzenia technologii Internetu rzeczy.

Podobnie jak w przypadku diagnostyki maszyn można zmierzone symptomy zużycia technologicznego lub wymiarowego narzędzi przetransmitować przez Internet do chmury obliczeniowej. Tam złożone algorytmy potrafią wygenerować decyzję o wysłaniu i automatycznej wymianie narzędzia zapasowego co uruchomi system transportowy dostawy narzędzi adresowanych do konkretnych maszyn. Przykład takiego rozwiązania pokazano na rys.3. Jednocześnie system informatyczny rejestruje informacje, ze wszystkich zarejestrowanych stanowisk roboczych, potrzebne do podjęcia decyzji o zamówieniu narzędzi standardowych lub uruchomieniu wytworzenia narzędzi specjalnych. Decyzje te zapadają po konsultacji z bazą zasobów magazynu narzędzi w narzędziowni. W ten sposób zostaje zrealizowana zasada porozumiewania się rzeczy bez udziału człowieka. Zainstalowane na obrabiarce czujniki wysyłają dane reprezentujące bieżący stan narzędzi. Dane te są interpretowane w chmurze a podjęte decyzje są wysyłane do „rzeczy” mających charakter systemów magazynowych i transportowych. Systemy te otrzymują pełną informację o rodzaju potrzebnego narzędzia i adresie maszyny, która może w najbliższym czasie je potrzebować.

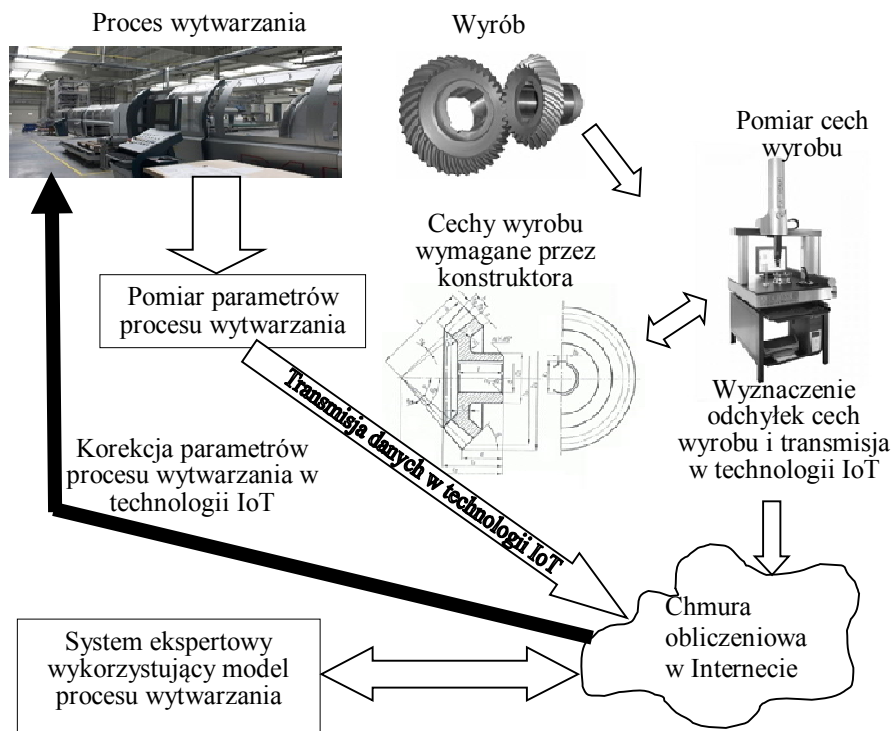


Rys.3. Przykładowe zastosowanie technologii Internetu rzeczy do automatycznej oceny stanu i wymiany ostrza narzędzia na podstawie analizy obrazu ostrza

Koncepcja zarządzania zasobami narzędzi i oprzyrządowania przy użyciu Internetu rzeczy daje dużą funkcjonalność i obniżenie kosztów zarówno diagnostyki jak i gospodarki narzędziowej. Zabezpiecza także, przy założeniu skuteczności algorytmów predykcji zużycia, przed zdarzeniami katastroficznymi (nagłe zniszczenie narzędzia na skutek nadmiernego zużycia lub obciążenia).

2.3. Systemy kontroli jakości wyrobu

Utrzymanie jakości wyrobu finalnego rozumiane jako osiągnięcie, w wyniku procesów technologicznych, cech wyrobu zaprojektowanych przez konstruktora jest podstawowym zadaniem każdego procesu wytwarzania. Osobnym zagadnieniem jest koszt jaki trzeba ponieść, aby osiągnąć ten stan. Wiadomo, że oprócz czynników zdeterminowanych wpływających na jakość procesów technologicznych są czynniki losowe. W wyniku oddziaływania jednych i drugich w każdej fazie procesu technologicznego możliwe są błędy i powstanie braków. Wadliwe części lub podzespoły nie mogą zapewnić poprawnego wyrobu finalnego. Wprowadzenie kontroli międzyoperacyjnej w całym ciągu technologicznym może skutkować wyeliminowaniem z dalszych operacji technologicznych części wadliwych. Zmniejsza to nakłady na niepotrzebne operacje nie daje jednak odpowiedzi na pytanie dlaczego powstał brak. Dopiero wnikliwa analiza procesu na danym stanowisku roboczym przez doświadczonego specjalistę (eksperta) może pozwolić na identyfikację i usunięcie przyczyny.



Rys.4. Zastosowanie technologii Internetu rzeczy do poprawy jakości wyrobów

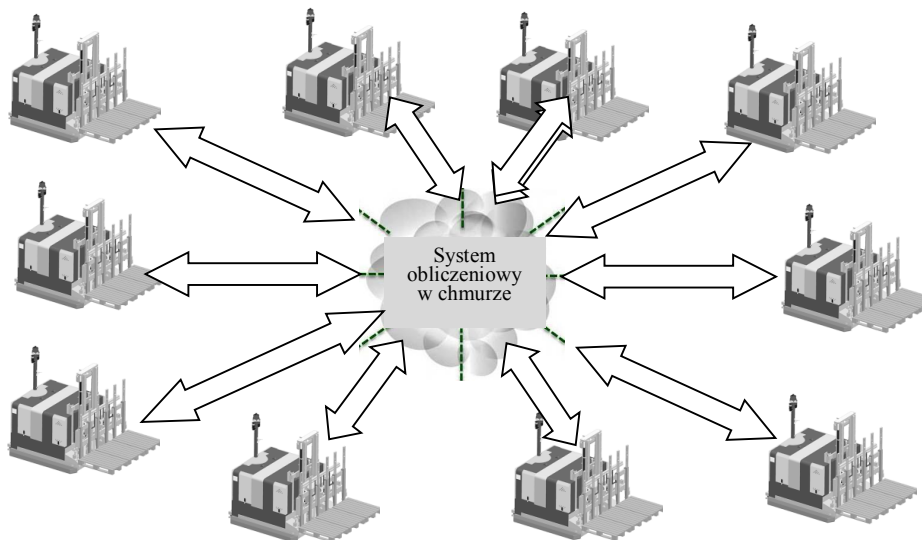
Wydaje się, że i w tym przypadku technologia informatyczna Internet rzeczy może pomóc w pośrednictwie między informacją generowaną przez proces technologiczny i zawierającą symptomy nieprawidłowego przebiegu procesu a systemem sterowania tym procesem. Śledzenie dynamiki zmian parametrów kolejnych wyrobów opuszczających stanowisko robocze pozwala pozyskać informację o zmianach w czasie cech istotnych dla jakości. Jeżeli jednocześnie zastosuje się sensory rejestrujące wieloparametryczny obraz stanu procesu w wyniku którego powstał wyrób, to można znaleźć związki funkcjonalne między obserwowanym procesem a jego rezultatem. Parametry procesu takie jak siły, momenty, temperatura, poziom drgań, częstotliwości drgań itp. są, przy obecnym poziomie technik pomiarowych stosunkowo łatwo mierzalne. Bardzo często sygnał jaki generują sensory ma już postać cyfrową. Wystarczy zapewnić transmisję uzyskanych w ten sposób danych do chmury obliczeniowej przez Internet tworząc w ten sposób pierwsze ogniwo Internetu rzeczy. W wyniku aplikacji algorytmów identyfikujących związki przyczynowo skutkowe mogą być automatycznie generowane działania sterujące procesem. Działania te zmierzają do zmniejszenia ryzyka powstania braków czyli działają wyprzedzająco. Przykładem może być wykorzystanie IoT do nadzorowania utrzymania wymiarów przedmiotu w założonym polu tolerancji rys.4. Na podstawie ciągu czasowego wymiarów zmierzonych na kolejnych obrabianych na CNC częściach można określić trend zmian i wyznaczyć moment koniecznej korekcji wymiarowej. Połączenie numerycznego układu sterowania obrabiarki z systemem obliczeniowym za pośrednictwem Internetu umożliwi

wprowadzenie odpowiedniej obliczonej korekcji, zapobiegając powstawaniu braków. Odbędzie się to bez uczestnictwa człowieka a więc zgodnie z zasadą wymiany informacji między „rzeczami”.

2.4. Systemy logistyczne w procesach wytwarzania

System logistyczny jest, w sensie informacyjnym, integralną częścią procesu wytwarzania. Bez zorganizowanego w czasie i przestrzeni transportu między różnymi stanowiskami roboczymi, magazynami i stanowiskami, dostawcami zewnętrznymi i magazynami, proces produkcyjny byłby niestabilny. Zapewnienie dostaw materiałów, półfabrykatów, narzędzi i przyrządów jest koniecznym warunkiem ciągłości procesów technologicznych. Pełne wykorzystanie zasobów logistycznych przedsiębiorstwa przy minimalnych kosztach wymaga dokonywania ciągłych analiz i optymalizacji oraz kolejkowania zadań w czasie rzeczywistym. Do takich analiz muszą być wykorzystane informacje pozyskiwane w czasie rzeczywistym z środków transportowych. Informacje te dotyczą: aktualnego położenia, rodzaju transportowanego aktualnie ładunku, możliwych potencjalnie ładunków, stopnia wykorzystania nośności i przestrzeni ładunkowej, zaprogramowanej marszruty. Wszystkie te informacje są zawarte w sterowniku zautomatyzowanego autonomicznego wózka transportowego i mogą być przetransmitowane przez Internet w sposób bezprzewodowy do systemu obliczeniowego w chmurze. Zadaniem aplikacji pracującej w tym systemie jest obserwacja zmian stanu całego systemu transportowego i generowanie dyspozycji załadunku, transportu i wyładunku dla poszczególnych jednostek transportowych. Umożliwienie obserwacji stanu urządzeń załadowniczych i wyładowniczych pozwoli na ich racjonalne wykorzystanie i skrócenie czasu na załadunek i wyładunek. Z tej krótkiej charakterystyki zadań systemów logistycznych w przedsiębiorstwie produkcyjnym można wywnioskować, że technologia Internet rzeczywiście będzie miała i tutaj racjonalne zastosowanie. Umieszczenie na środkach transportu sensorów pozwalających na identyfikację położenia, stopnia wykorzystania możliwości transportowych, sprawności (np. stopnia naładowania akumulatorów) i wysłanie tych informacji przez Internet pozwoli na budowę wieloparametrycznej aktualizowanej w czasie rzeczywistym mapy rozmieszczenia środków transportowych i ich stanu. Zastosowanie, do analizy takiego zbioru informacji, aplikacji optymalizującej koszty działania całego systemu stanie się wtedy możliwe. Systemy sterowania autonomicznych środków transportowych otrzymają odpowiednie instrukcje za pośrednictwem Internetu rzeczy, jak na rys. 5.

Opisany scenariusz wykorzystania IoT do zarządzania systemem logistycznym jest także możliwy, gdy w zakładzie nie zastosowano autonomicznych zautomatyzowanych środków transportowych i nie ma możliwości bezpośredniego zdalnego sterowania. W takich przypadkach system IoT także będzie pomocny do zbierania informacji w celu wyznaczenia optymalnych marszrut i zadań. Wyliczone przez system obliczeniowy polecenia są wyświetlane na terminalach systemów transportowych i realizowane przez operatorów.



Rys.5. Koncepcja zarządzania transportem wewnętrznym przedsiębiorstwa produkcyjnego z zastosowaniem Internetu rzeczy. Strzałki \longleftrightarrow oznaczają transmisję danych w technologii IoT do centrum obliczeniowego i pobieranie informacji sterujących ruchem

3. Koncepcja wykorzystania „Internetu rzeczy” i „Obliczeń w chmurze” do optymalizacji produkcji

Optymalizacja procesu produkcyjnego jest pewnym zbiorem działań zmierzających do znalezienia minimum lub maksimum funkcji celu przy narzuconych i precyzyjnie zdefiniowanych ograniczeniach. Najczęściej jako funkcję celu przyjmuje się ponoszone koszty wyprodukowania wyrobu i zakłada się ich minimalizację. Natomiast ograniczenia można zdefiniować jako zbiór nieprzekraczalnych parametrów wyrobu zdefiniowanych w procesie projektowania. Współcześnie stosowane w przedsiębiorstwach systemy ERP i EERP mają wbudowane systemy analityczne pozwalające na bieżąco śledzić koszty i zyski przedsiębiorstwa z wykorzystaniem hurtowni danych. Włączają do systemu bazowego ERP aplikacje realizujące planowanie strategiczne, pomiar realizacji strategii, zarządzanie ryzykiem, zarządzanie wartością itp. W niektórych rozwiązaniach programowych systemy te mogą pracować w chmurze obliczeniowej. Trzeba jednak pamiętać, że tak rozbudowane systemy informatyczne mogą spełniać swoje zadania pod warunkiem zasilania odpowiednią ilością danych zarejestrowanych w czasie rzeczywistym. Pojęcie czasu rzeczywistego jest różne dla różnych zapisywanych wielkości. Można je zdefiniować, w przypadku sterowania procesami wytwarzania, jako graniczny czas wykorzystania informacji do sterowania obserwowanymi obiektami, w którym nie nastąpi istotne zmiany stanu obserwowanych obiektów.

Jeżeli założyć, że systemy ERP wykorzystują dane wprowadzane głównie przez ludzi przy pomocy interfejsów alfanumerycznych to część tych danych może być nieaktualna już w chwilę po wprowadzeniu a część może zawierać przekłamania spowodowane błędami człowieka. Rejestrowanie w ten sposób losowych zdarzeń wygenerowanych przez dziesiątki lub nawet setki stanowisk roboczych jest fizycznie niewykonalne.

Analizując zasady działania Internetu rzeczy można zauważyć podstawową cechę tej technologii – zbieranie danych o parametrach i zdarzeniach w systemie bez udziału człowieka. Wykorzystanie zebranych w ten sposób informacji może być powierzone dziedzinowym aplikacjom ERP w celu wykorzystania do optymalizacji lub/i wyspecjalizowanym aplikacjom służącym do sterowania w czasie rzeczywistym.

Oprócz wyeksponowanych w tym artykule zalet technologii IoT trzeba powiedzieć też o potencjalnych zagrożeniach, przed którymi trzeba się będzie zabezpieczyć. Należy do nich:

- możliwość awarii systemów pomiarowych, co może skutkować przetwarzaniem fałszywych danych i podejmowaniem błędnych decyzji;
- awaria sprzętu transmitującego dane w sieci lokalnej i dalej do Internetu;
- przeciążenie łącza internetowego;
- możliwość ataku na serwery i routery przedsiębiorstwa.

Wymienione zagrożenia nie dyskwalifikują tej bardzo przydatnej technologii informatycznej. W szczególnie odpowiedzialnych punktach systemu zbierania danych stosuje się redundancję sprzętową i programową zarówno sensorów jak i urządzeń przetwarzających. Jest ona sterowana systemem lokalnej diagnostyki. Zakład produkcyjny wykorzystujący tą technologię powinien zabezpieczyć dostęp do globalnej sieci internetowej na kilka sposobów, aby uniezależnić się od możliwości awarii poza swoim obszarem działania. Możliwość ataku na serwery i inne elementy aktywne transmitujące dane w sieci jest zawsze możliwa, jednakże można ją zminimalizować stawiając zapory ogniowe filtrujące ruch wychodzący i wchodzący do sieci lokalnej a także stosując technologię szyfrowania danych. Niezwykle ważna jest w tym kontekście polityka bezpiecznego korzystania z Internetu przez pracowników przedsiębiorstwa.

4. Wnioski

„Internet rzeczy” dostarcza narzędzi do uproszczenia i obniżenia kosztów monitorowania i sterowania procesami przemysłowymi. W artykule zaproponowano zastosowanie tej technologii do bieżącego zbierania informacji o stanie procesu wytwarzania. Kompleksowa akwizycja różnych danych o stanie maszyn technologicznych, narzędzi, parametrach procesów technologicznych i rezultatach jakościowych oraz ilościowych pozwoli na predykcję przyszłych stanów i sterowanie zapewniające ciągłość procesu produkcyjnego. Koncepcje zastosowania technologii IoT będą miały większe szanse wdrożenia, gdy powstanie pewnego rodzaju ekosystem, w którym komponenty sprzętowe i programowe będą kompatybilne dla różnych producentów. Ponieważ takie inicjatywy już powstają należy śledzić rozwój tej technologii i wykorzystywać w projektowaniu nowych rozwiązań zarządzania procesami wytwarzania.

W Katedrze Organizacji Przedsiębiorstwa Politechniki Lubelskiej powstają projekty aplikacji chmury obliczeniowej do obsługi zadań w przedsiębiorstwach przemysłowych i usługowych. Powstaje laboratorium, w którym można przetestować zasygnalizowane w artykule koncepcje wykorzystania Internetu rzeczy jako źródła danych do obliczeń w chmurze.

Literatura

1. Ashton, K. (Jun 22, 2009). RFID Journal. Pobrano z lokalizacji <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>

2. Dieter Uckelmamm, M. H. (2011). Architecting The Internet of Things. Berlin: Springer-Verlag.
3. Intel. (2015, 01, 09). Developing Solutions for the Internet of Things. Pobrano z lokalizacji Intel® products, solutions, and services:
<http://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/white-papers/developing-solutions-for-iot.html>
4. Lipski, J. (2013). Diagnostyka procesów wytwarzania. Lublin: Politechnika Lubelska.
5. Lipski, J. (1998). Mechatronika jako nowa koncepcja rozwiązywania problemów w procesach obróbki skrawaniem. W: J. Lipski, Prace Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej: Oferta wdrożeń niektórych osiągnięć naukowych (strony 61-64). Lublin: Politechnika Lubelska.
6. Tao, B. (2015). Vivante Internet of Things (IoT) Solutions. Pobrano z lokalizacji <https://bensontao.wordpress.com/2013/10/06/vivante-internet-of-things/>

Dr hab. inż. Jerzy LIPSKI, prof. PL
Katedra Organizacji Przedsiębiorstwa
Politechnika Lubelska
20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38
tel.: (81) 538 4480
e-mail: j.lipski@pollub.pl