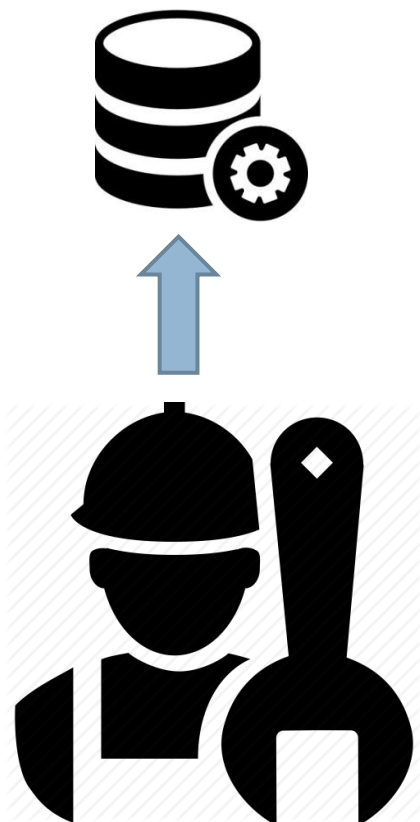




MODEL KONWERSJI WIEDZY NA PRZYKŁADZIE DZIAŁU SERWISOWEGO PRZEDSIĘBIORSTWA PRODUKCYJNEGO

MGR INŻ. ADAM DUDEK, PWSZ W
NYSIE

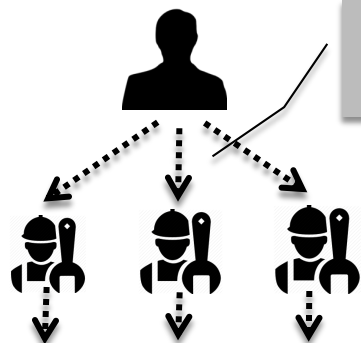
Promotor: dr hab. inż. Justyna Patalas-Maliszewska, prof.
UZ

Plan prezentacji

1. Problem badawczy
2. Model badawczy i metoda badawcza
3. Ontologia dziedzinowa
4. Pozyskanie i konwersja zapisu
5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy – system wspomagania decyzji
7. Wyniki eksperymentów

1. Problem badawczy

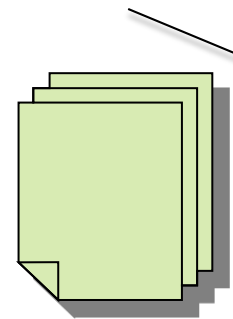
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa
4. Pozyskanie i konwersja zapisu
5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy



Kierownik: nadzór nad pracą serwisantów

Instrukcje serwisowe – prawidłowe przebiegi procedur serwisowych

Wiedza ukryta pracowników o rzeczywistych przebiegach zrealizowanych procedur serwisowych



Jak pozyskać wiedzę ?

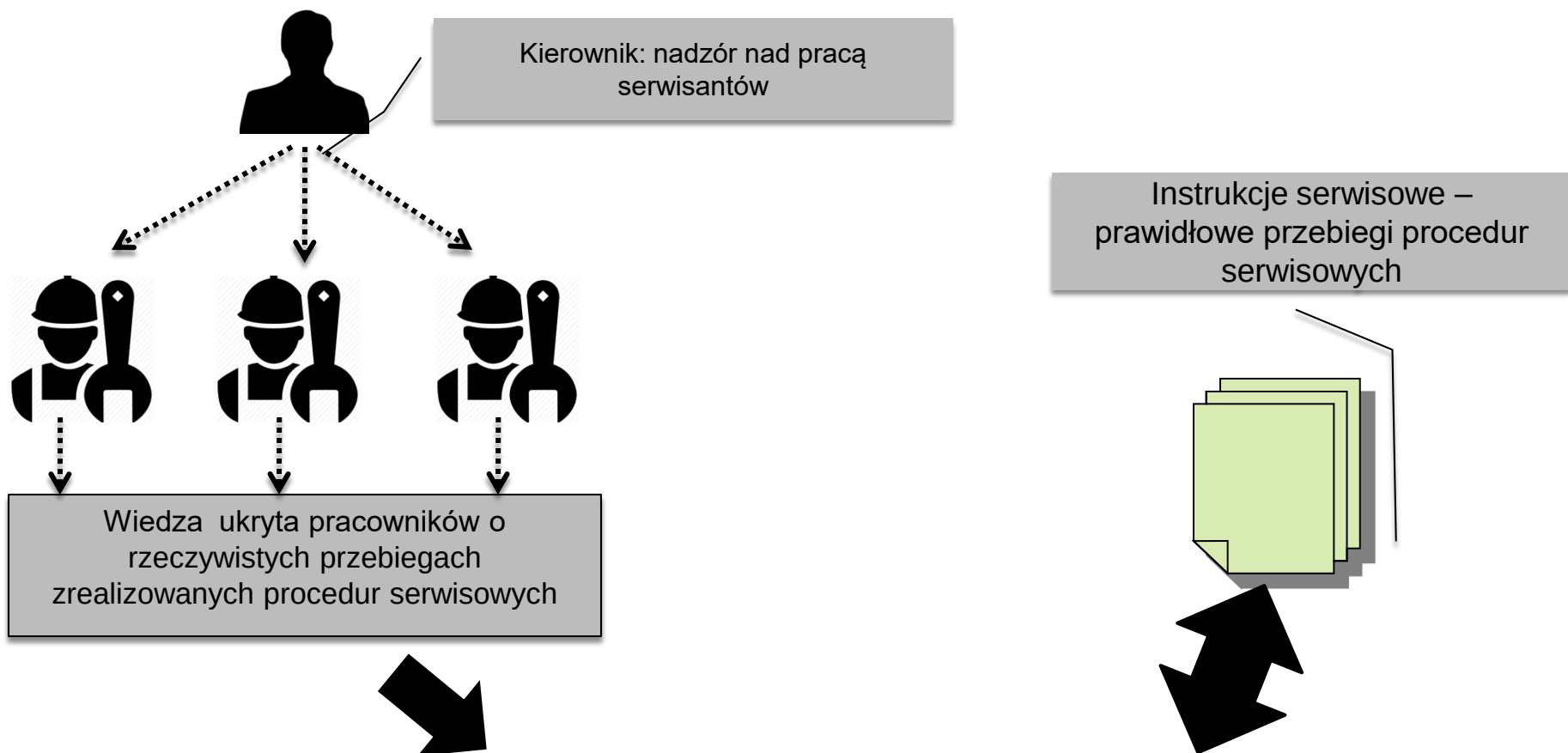
- obserwacja w czasie rzeczywistym
- ankieta / wywiad
- symulacje i gry użytkowe
- analiza obrazu
- **werbalna analiza przebiegu**

Jak klasyfikować pozyskaną wiedzę względem posiadanej ?

- drzewa decyzyjne
- metoda k-najbliższych sąsiadów
- klasyfikator Bayesa
- miary odległości (kosinusowa, euklidesowa)
- **sieci neuronowe**

1. Problem badawczy

2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa
4. Pozyskanie i konwersja zapisu
5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy



1. Czy zastosowanie technik ASR oraz przetwarzania języka naturalnego pozwoli na realizację procesu konwersji zapisu wypowiedzi o przebiegu procedury serwisowej do postaci umożliwiającej porównanie z wiedzą wzorcową ?
2. Czy zastosowanie sieci neuronowej pozwoli pozyskiwać nową wiedzę na temat realizacji procedur serwisowych ?

1. Problem badawczy

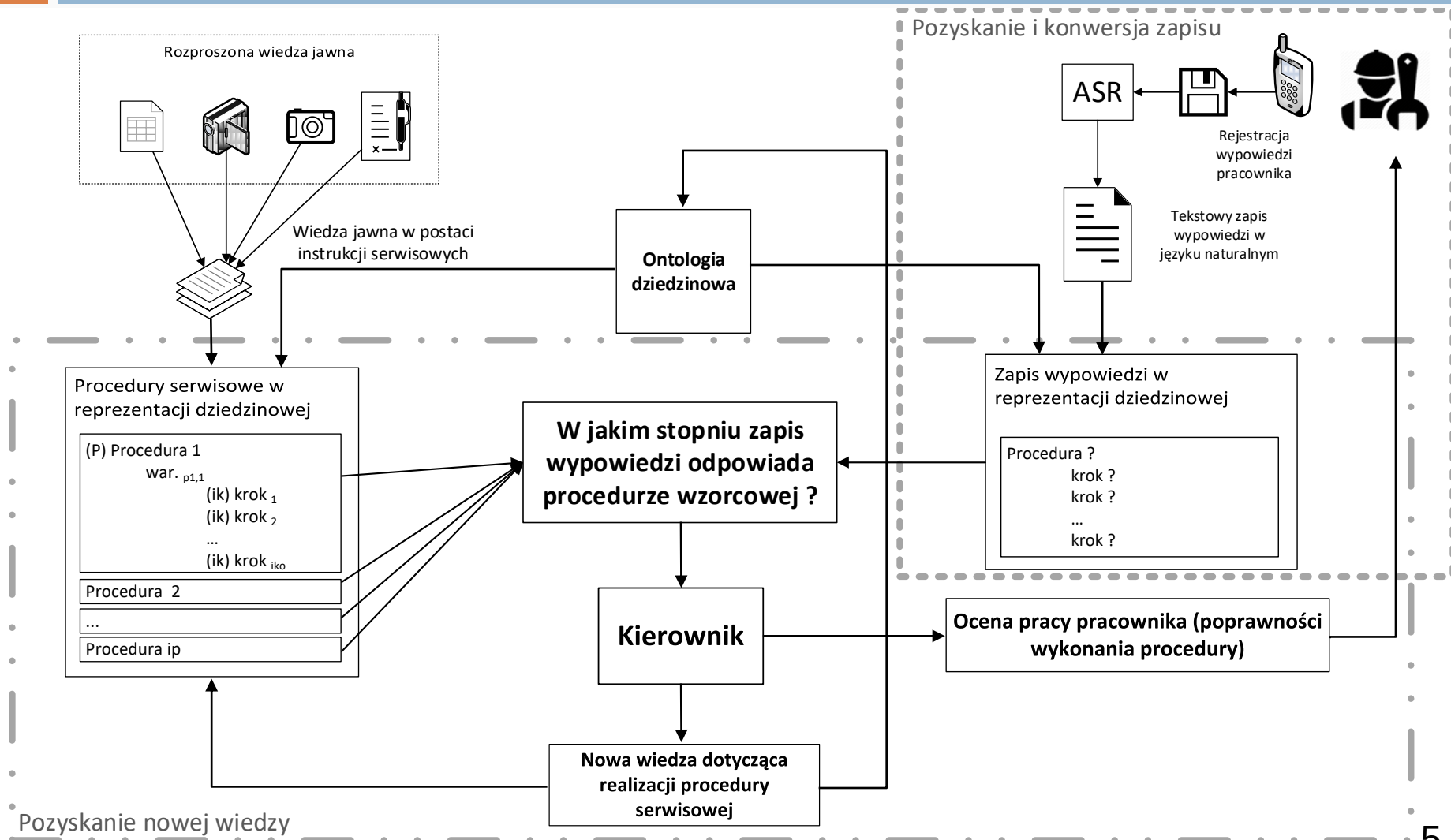
2. Model i metoda badawcza

3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu

6. Pozyskanie wiedzy



1. Problem badawczy

2. Model i metoda badawcza

3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu

6. Pozyskanie wiedzy

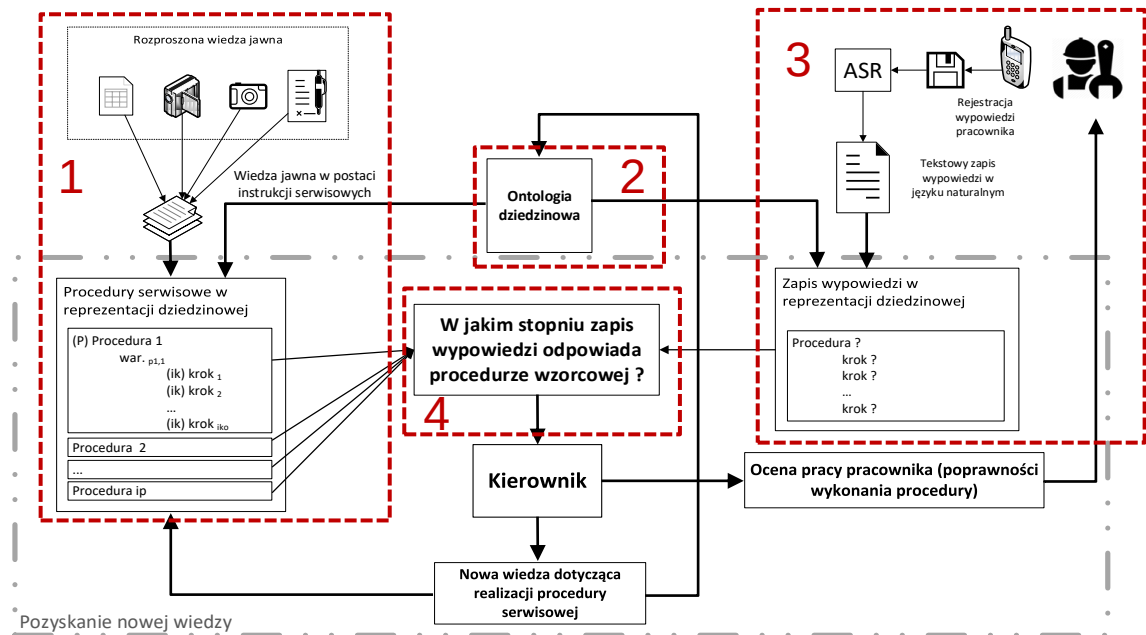
Metodę oceny poprawności realizacji zadania serwisowego tworzą następujące elementy:

1. Baza wiedzy wzorcowych procedur serwisowych.

2. Ontologia dziedzinowa.

3. Algorytmy pozyskiwania i konwersji zapisu przebiegu realizacji procedury: algorytm **TextToSSW**, algorytm **SSWToOntology**.

4. Algorytm klasyfikacji pozyskanej wiedzy: algorytm **ClassifSeq**.



1. Problem badawczy

2. Model badawczy

3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu

6. Pozyskanie wiedzy

Celem opracowania ontologii dziedzinowej usystematyzowano wiedzę jawną (w zakresie układu jezdnego, hamulcowego oraz zawieszenia pojazdów) w postaci procedur serwisowych. ?

W procedurach, przy współpracy specjalisty – serwisanta zidentyfikowano ponad **120** kroków, wchodzących w ich skład, np.

1. Umieszczenie pojazdów na podnośniku.

2. Podniesienie pojazdu.

3. Wykręcenie śrub koła.

...

...

41. Usunięcie mocowań klocków hamulcowych

...

63. Smarowanie powierzchni ślizgu klocków hamulcowych.

...

86. Nasunięcie zwrotnicy na kolumnę Macphersona.

...

94. Odkręcenie śruby mocującej piastę do zwrotnicy.

...

Każdą z procedur zapisano w postaci sekwencji kroków.

[krok 1] Umieść pojazd na podnośniku.

[krok 2] Podnieś samochód na wysokość umożliwiającą zdjęcie koła.

[krok 3] Wykręć śruby koła przy użyciu klucza pneumatycznego, klucza do kół lub pokrętła z nasadką.

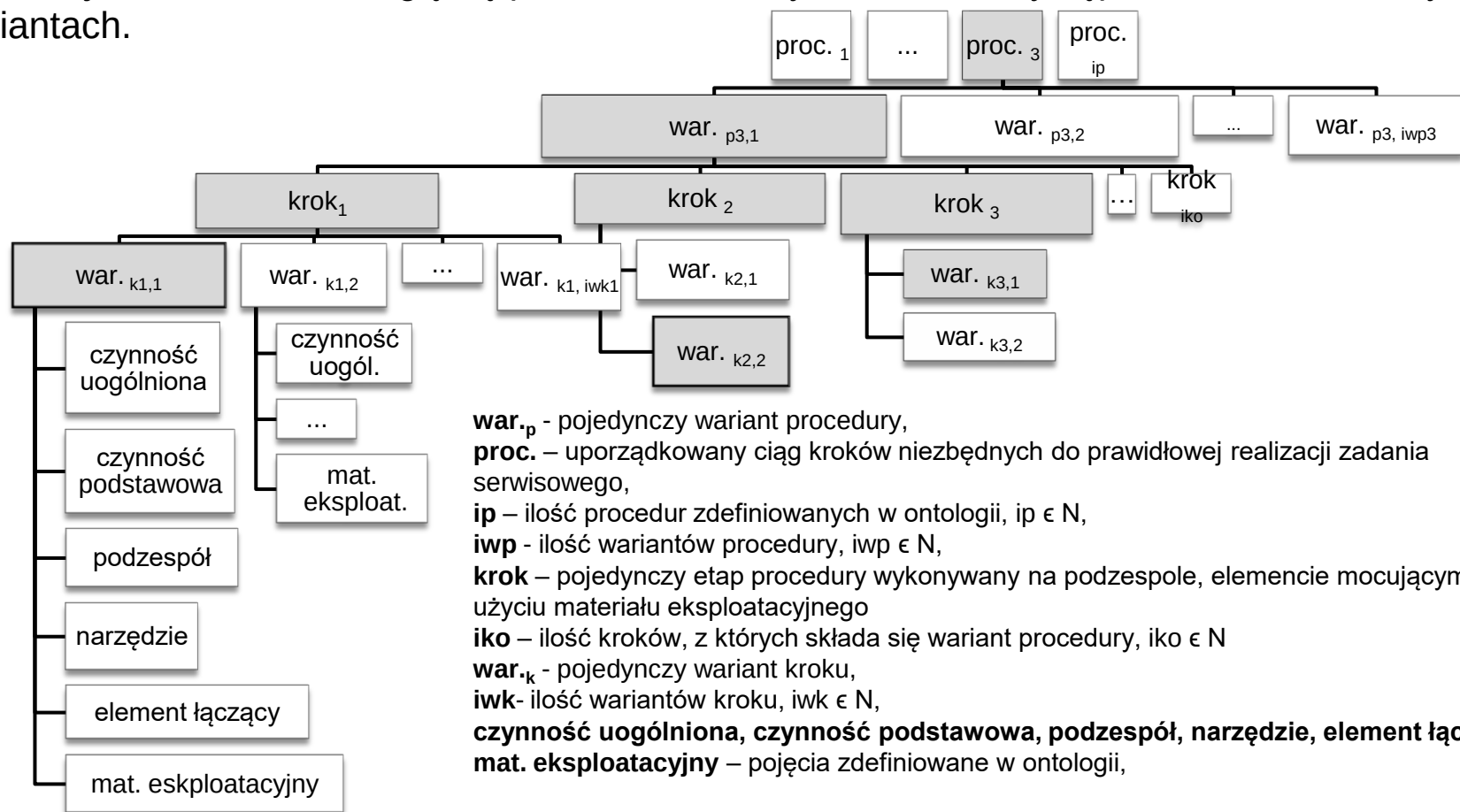
[krok 4] Zdejmij koło.

[...]

[krok 32] Dokręć śruby koła przy użyciu klucza dynamometrycznego.

3. Ontologia dziedzinowa

Poprawne przebiegi realizacji procedur serwisowych, reprezentowane są przez sekwencje kroków. Każda z procedur może występować w wielu wariantach, a każdy z nich składa się z sekwencji kroków, które mogą się powtarzać. Każdy krok może występować w wielu różnych wariantach.



1. Problem badawczy

2. Model badawczy

3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu

6. Pozyskanie wiedzy

Przyjmując, że każdy wariant procedury (P) składa się ze zbioru kroków, które mogą się powtarzać. Procedurę serwisową można zatem przedstawić w postaci:

The diagram illustrates the formula $P = \overline{V}^j_{|K|}$. A box on the left, labeled "pojedynczy wariant procedury serwisowej", points to the P term. A box on the right, labeled "j- elementowa wariacja z powtórzeniami z $|K|$ elementowego zbioru kroków", points to the $\overline{V}^j_{|K|}$ term.

$$P = \overline{V}^j_{|K|}$$

Każdy krok w procedurze serwisowej P jest przedstawiony w postaci charakterystyki:

$$ik = [czp, cz, P_r, L_s, N_t, M_u]$$

gdzie: **ik** – charakterystyka kroku w procedurze serwisowej, **czp** – nazwa czynności podstawowej,

cz – nazwa czynności uogólnionej, **P_r** – obsługiwane podzespoły, **L_s** – wykorzystane elementy łączące,

N_t – użyte narzędzia, **M_u** – wykorzystane materiały eksploatacyjne

3. Ontologia dziedzinowa

Skończony słownik wyrazów (**SSW**) – zbiór wyrazów i pojęć będący integralnym elementem ontologii. Zawiera:

- nazwy **narzędzi** wykorzystywanych w serwisie (np. śrubokręt płaski, klucz dynamometryczny),
- nazwy **podzespołów** występujących w układach pojazdu objętych dziedziną ontologii (np. tarcza hamulcowa, piasta),
- nazwy **elementów łączących i mocujących** (np. śruba, sworzeń),
- nazwy **materiałów eksploatacyjnych i środków smarnych** (np. smar do łożysk, płyn hamulcowy),
- nazwy **czynności podstawowych** (np. wbijanie, wciskanie, wsuwanie, wysuwanie).
- nazwy **czynności uogólnionych** (np. montowanie, demontowanie).

1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy

Wybrana metoda:

Metoda obserwacji, gdzie pracownik realizujący procedurę serwisową komentuje słownie wykonywane czynności, a komentarz ten jest rejestrowany w postaci nagrania dźwiękowego.

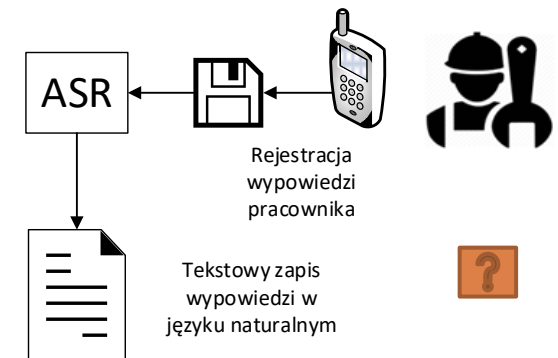
Uzasadnienie wyboru:

Minimalizuje stopień zaangażowania specjalisty, który może skupić się na prawidłowej realizacji powierzonego zadania.

Wybrana technologia:

Google Speech Api

- Dostępne bezpłatnie jako Web SpeechApi
- Interfejs programistyczny (API)



1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy

Problem – fleksyjność i niejednoznaczność języka:

... przed rozpoczęciem (*narzędnik l.p.*) demontażu (*dopełniacz l.p.*) warto przeczyścić (*forma bezokolicznikowa*) drucianą szczotką (*narzędnik l.p.*) zacisk (*biernik l.p.*) oraz jarzmo (*biernik l.p.*) usuwamy (*1 os. l.m., czas teraźniejszy, tryb oznajmujący*) sprężynę zabezpieczającą (*biernik l.p.*) klocek hamulcowy (*biernik l.p.*) przy użyciu (*miejsownik l.p. rzeczownika odczasownikowego*) kombinerek (*dopełniacz l.p.*) usunąłem (*1 os l.p. czas przeszły dokonany*) zaślepki (*mianownik l.m.*) sworzni (*dopełniacz l.m.*) zacisku (*dopełniacz l.p.*) śrubokrętem (*narzędnik l.p.*) i odkręcamy (*1 os. l.m., czas teraźniejszy, tryb oznajmujący*) te sworznie (*biernik l.p.*) grzechotką z imbusem (*narzędnik l.p.*) ...

Rozwiązanie problemu:

Rozbudowa skończonego słownika wyrazów (SSW) o :

- zbiory synonimów dla każdego pojęcia zdefiniowanego w ontologii – zbiór zawiera około 400 pozycji
- zbiory form fleksyjnych dla wszystkich ww. synonimów – zbiór zawiera ponad 11000 form (przypadki i liczby dla rzeczowników, osoby, tryby oraz czasy dla każdego  czasowników)

1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy

Algorytm przekształcenia zapisu, wykorzystujący SSW (TextToSSW) :

Pominięcie wyrazów z tzw. stop listy – przyimki, spójniki, zaimki, partykuły.

Zamiana wszystkich wystąpień synonimów ze słownika SSW na ich formy

podstawowe
Zamiana wszystkich wystąpień podstawowych form synonimów ze słownika SSW na odpowiadające im formy główne.

Wyznaczenie dla każdej nazwy czynności, przynależności do odpowiedniej grupy czynności uogólnionych.

... *** rozpocząć demontować usuwanie warto czyścić
przed rozpoczęciem demontażu warto przeczyszczyć szczotką
czyszczenie szczotka druczana ręczna zacisk hamulcowy ***
druczana zacisk oraz jarzmo usuwamy sprężynę zabezpieczającą
jarzmo zacisku usunąć usuwanie sprężyna zabezpieczająca
kłoczek hamulcowy przy użyciu kombinerek usunąć zasłepki sworzni
kłoczek hamulcowy *** użyciu kombinerek uniwersalne
zacisku srubokrętem i odkręcamy te sworznie grzechotka z imbusem...
usunąć usuwanie zasłepka sworzeń zacisk srubokręt płaski
*** wykręcać wykręcanie *** sworzeń grzechotka
standardowa *** klucz imbusowy ...

uogólnione nazwy czynności

nazwy czynności

podzespoły

elementy łączące

narzędzia

1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu – TextToSSW

5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy

```
RekordOfSSW=record{
    string Pojecie, CzUogolniona
    int PozycjaPojecia, Dlugosc
}
string WypowiedzZarejestrowana
string WypowiedzBezStopListy = PominZawartoscStopListy(WypowiedzZarejestrowana)
string[] FormyFleksyjneSloownikaSSW
RekordOfSSW[] TablicaWystapienSSW
i=1
while i<= count(FormyFleksyjneSloownikaSSW) do {
    Wystapienie=PozWTekst(FormyFleksyjneSloownikaSSW[i],WypowiedzBezStopListy)
    if (Wystapienie>=0) then {
        if (Wystapienie in TablicaWystapienSSW) then {
            if (dlugosc(FormyFleksyjneSloownikaSSW[i])>
                TablicaWystapienSSW[Wystapienie].Dlugosc) then
                PodmienWTablicyWyst(
                    FormyFleksyjneSloownikaSSW[i],
                    Wystapienie,dlugosc(FormyFleksyjneSloownikaSSW[i])
                )
        }
        else
            DopiszDoTablicyWyst(Wystapienie,dlugosc(FormyFleksyjneSloownikaSSW[i]))
    }
    i=i+1
}
ZamienNaFormyPodstawowe(TablicaWystapienSSW)
ZamienNaFormyGlowne(TablicaWystapienSSW)
WyznaczCzynnosciUogolnione(TablicaWystapienSSW)
```

1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy

W wyniku analizy wiedzy zgromadzonej w ontologii i konsultacji ze specjalistą serwisantem ustalono, iż warunkiem koniecznym do wskazania w wypowiedzi charakterystyki kroku, jest wystąpienie jednej z 3 par pojęć:

- **nazwa czynności podstawowej + nazwa podzespołu**
- **nazwa czynności podstawowej + nazwa elementu łączącego**
- **nazwa czynności podstawowej + nazwa materiału eksploatacyjnego**

Wykorzystując tę zasadę algorytm **SSWToOntology** pozwala wyodrębnić w wypowiedzi charakterystyki poszczególnych kroków, np.:

$$ik = [czp, cz, P_r, L_s, N_t, M_u]$$

- $ik_1 = \{\text{czyścić, czyszczenie, zacisk hamulcowy jarzmo zacisku, brak, szczotka druciana ręczna, brak}\}$
 $ik_2 = \{\text{usunąć, usuwanie, sprężyna zabezpieczająca klocek hamulcowy, brak, kombinerki uniwersalne, brak}\}$
 $ik_3 = \{\text{usunąć, usuwanie, zacisk, zaślepka sworzeń, śrubokręt płaski, brak}\}$
 $ik_4 = \{\text{wykręcać, wykręcanie, brak, sworzeń, grzechotka standardowa klucz imbusowy, brak}\}$

Wyznaczone
wypowiedzi
charakterystyki
kroków

1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa

4. Pozyskanie i konwersja zapisu - SSWToOntology

5. Klasyfikacja zapisu
6. Pozyskanie wiedzy

```
ik=record
{
    string CzynPodstawowa, CzynUogolniona
    string[] TabPodzesp, TabNarz, TabElLacz, TabMatEksploat
}
RekordOfSSW[] TablicaWystapienSSW
ik[] SekwencjaCharKrokov
i=1, j=0
while i <= count(TablicaWystapienSSW) do
{
    if (KatPojecia(TablicaWystapienSSW[i])="CzynnoscPodstawowa") then
    {
        j=j+1
        SekwencjaCharKrokov[j].CzynPodstawowa=TablicaWystapienSSW[i].Pojecie
        SekwencjaCharKrokov[j].CzynUogolniona=TablicaWystapienSSW[i].CzUogolniona
    }
    if (j>0) then
        DodajRekordSSWDoCharakterystyki(SekwencjaCharKrokov[j],TablicaWystapienSSW[i])
    i=i+1
}
j=1
while j <= count(SekwencjaCharKrokov) do
{
    if(count(SekwencjaCharKrokov[j].TabPodzesp)>0) or (count(SekwencjaCharKrokov[j].TabNarz)>0) or
        (count(SekwencjaCharKrokov[j].TabElLacz)>0) then
        j=j+1
    else
        UsunPozycjeZSekwencji(SekwencjaCharKrokov,j)
}
}
```


1. Problem badawczy
2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa
4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu – klasyfikacja dwuetapowa

6. Pozyskanie wiedzy

Etap 1: Klasyfikacja wyznaczonych z wypowiedzi charakterystyk kroków – perceptron wielowarstwowy z jedną warstwą ukrytą:

$N_{we1} = 116$ - ilość neuronów warstwy wejściowej, która odpowiada ilości pojęć ze słownika SSW wykorzystanych do opisu zgromadzonej wiedzy jawnej

$N_{ue1} = 105$ - ustalona eksperymentalnie ilość neuronów warstwy ukrytej (ustalono, że $N_{u1} \approx 0,9 * N_{we1}$)

$N_{wy1} = 116$ - ilość neuronów warstwy wyjściowej, tożsama z rozmiarem warstwy wejściowej

Etap 2: Klasyfikacja sekwencji wyznaczonych kroków – perceptron wielowarstwowy z jedną warstwą ukrytą:

$N_{we2} = 64$ - ilość neuronów warstwy wejściowej sieci etapu drugiego, która odpowiada ilości kroków tworzących najdłuższą procedurę w zgromadzonej wiedzy jawnej

$N_{ue2} = 256$ - ustalona eksperymentalnie ilość neuronów warstwy ukrytej (ustalono, że $N_{u2} \approx N_{we2} * 4$)

$N_{wy2} = 64$ - ilość neuronów warstwy wyjściowej, tożsama z rozmiarem warstwy wejściowej

metoda uczenia – wsteczna propagacja błędów

funkcja aktywacji – bipolarna funkcja sigmoidalna

2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa
4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu – wzorce uczące etapu I

6. Pozyskanie wiedzy

Wektor cech odpowiadający pojedynczemu krokowi, reprezentowany jest na warstwie wejściowej sieci, która składa się z neuronów odpowiadających wszystkim wykorzystywanym formom podstawowym pojęć słownika SSW oraz uogólnieniom czynności zdefiniowanych w ontologii.

$$X_{we} = [czp_1, \dots, czp_{\max(a)}, cz_1, \dots, cz_{\max(a')}, p_1, \dots, p_{\max(b)}, l_1, \dots, l_{\max(c)}, n_1, \dots, n_{\max(d)}, m_1, \dots, m_{\max(e)}]$$

Kodowanie przykładowych wariantów kroku

serwisow...

Krok 62, wariant 1

wkręcać

wkręcanie

jarzmo
zacisku

śruba
uniwersalna

grzechotka
standardowa

nakładka
nasadowa
sześciokąt
a

$$X_{we} = [czp_1=0, \dots, czp_{25}=1, czp_{26}=0, \dots, czp_{\max(a)}=0, cz_1=0, \dots, cz_{14}=1, cz_{15}=0, \dots, cz_{\max(a')}=0, p_1=0, \dots, p_{33}=1, p_{34}=0, \dots, p_{\max(b)}=0, l_1=0, l_2=1, l_3=0, \dots, l_{\max(c)}=0, n_1=0, \dots, n_{24}=1, n_{25}=0, \dots, n_{29}=1, n_{30}=0, \dots, n_{\max(d)}=0, m_1=0, \dots, m_{\max(e)}=0]$$

Krok 62, wariant ..

...

...

...

...

Krok 62, wariant 5

wkręcać

wkręcani
e

jarzmo zacisku

śruba
uniwersalna

$$X_{we} = [czp_1=0, \dots, czp_{25}=1, czp_{26}=0, \dots, czp_{\max(a)}=0, cz_1=0, \dots, cz_{14}=1, cz_{15}=0, \dots, cz_{\max(a')}=0, p_1=0, \dots, p_{33}=1, p_{34}=0, \dots, p_{\max(b)}=0, l_1=0, l_2=1, l_3=0, \dots, l_{\max(c)}=0, n_1=0, \dots, n_{\max(d)}=0, m_1=0, \dots, m_{\max(e)}=0]$$

2. Model badawczy
3. Ontologia dziedzinowa
4. Pozyskanie i konwersja zapisu

5. Klasyfikacja zapisu – wzorce uczące etapu II

6. Pozyskanie wiedzy

Warstwa wejściowa sieci etapu drugiego reprezentuje przebieg całej procedury serwisowej. Na poszczególnych neuronach warstwy wejściowej, kodowane są wszystkie kroki, jakie zostały zdefiniowane w ontologii.

$$Y_{we} = [nrk_1, nrk_2, nrk, \dots, nrk_m]$$

gdzie:

Y_{we} – wektor warstwy wejściowej klasyfikatora neuronowego etapu II, m – ilość kroków tworzących najdłuższą procedurę zdefiniowaną w ontologii, $m \in N$, nrk_m – wartość na m -tym wejściu sieci neuronowej,

$nrk_m = 0$ dla $0 \leq nrk_m < 1$
Przykład kodowania procedury serwisowej

Kroki procedury
1, wariant 1

1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	21	123	18	18
12	13	19	20	63	65	65	66	62	68	69	70	71	72	73	

$Y_{we} = [0,008130|0,01626|0,024390|0,032520|0,056910|0,065040|0,073170|0,008130|0,016260|0,024390|0,032520|0,056910|0,065040|0,073170|0,081300|0,089430|0,097560|0,105691|0,113821|0,121951|0,170731|1|0,146341|0,146341|0,097560|0,105691|0,154471|0,162601|0,512195|0,528455|0,528455|0,536585|0,504065|0,552845|0,560975|0,569105|0,577235|0,585365|0,593495]$

Kroki procedury
1, wariant 2

1	2	3	8	7	9	10	11	12	13	14	15	21	123	18	18
12	13	19	20	63	65	65	66	62	68	69	70	71	72	73	

$Y_{we} = [0,008130|0,01626|0,024390|0,056910|0,032520|0,065040|0,073170|0,008130|0,016260|0,024390|0,032520|0,056910|0,065040|0,073170|0,081300|0,089430|0,097560|0,105691|0,113821|0,121951|0,170731|1|0,146341|0,146341|0,097560|0,105691|0,154471|0,162601|0,512195|0,528455|0,528455|0,536585|0,504065|0,552845|0,560975|0,569105|0,577235|0,585365|0,593495]$

1. Systematyzacja i kodowanie wiedzy
2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu
4. Konwersja zapisu

5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk - ClassifSeq

6. Pozyskanie wiedzy

```
funkcja KlasyfikujSiecEtap1(ik[]) {...}  
funkcja KlasyfikujSiecEtap2(float[]) {...}  
funkcja UstalKodKrokuZOntologii(int) {...}
```

ik[] SekwencjaCharKrokow

float[] WektorWejscowySieciEtapu2

SekwencjaCharKrokow = **SSWTOntology**(**TextToSSW**(„analizowany zapis wypowiedzi”))

L_{chk} = **count**(*SekwencjaCharKrokow*)

i=1

while $i \leq L_{chk}$ **do**

{

Idk_i = **KlasyfikujSiecEtap1**(*SekwencjaCharKrokow*[*i*])

KodLiczbowyKroku=**UstalKodKrokuZOntologii**(Idk_i)

WektorWejscowySieciEtapu2[*i*]=*KodLiczbowyKroku*

i=**i**+1

}

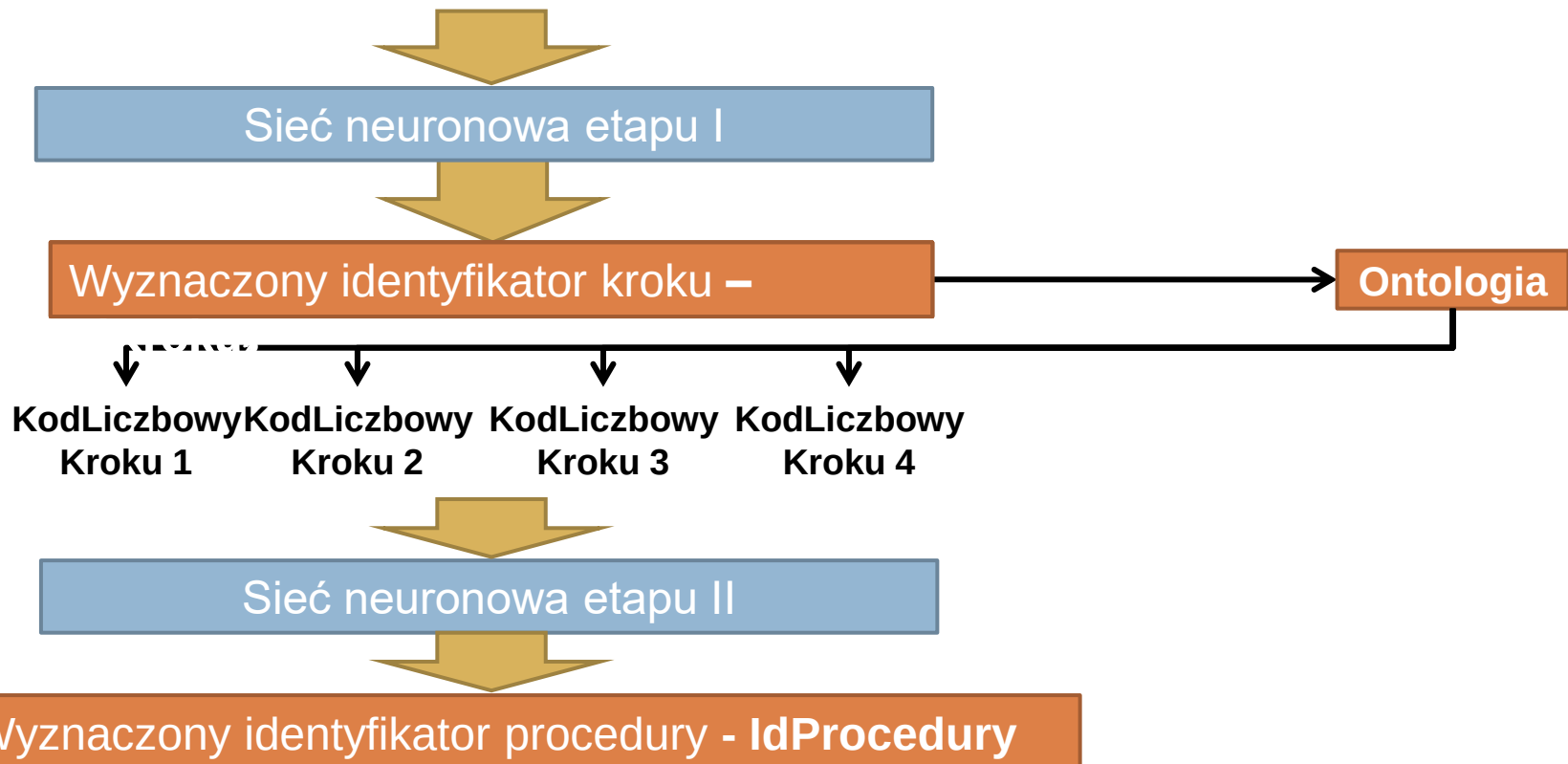
IdProcedury = **KlasyfikujSiecEtap2**(*WektorWejscowySeiciEtapu2*)

1. Usystematyzowanie wiedzy jawnej
2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu
4. Konwersja zapisu

5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk

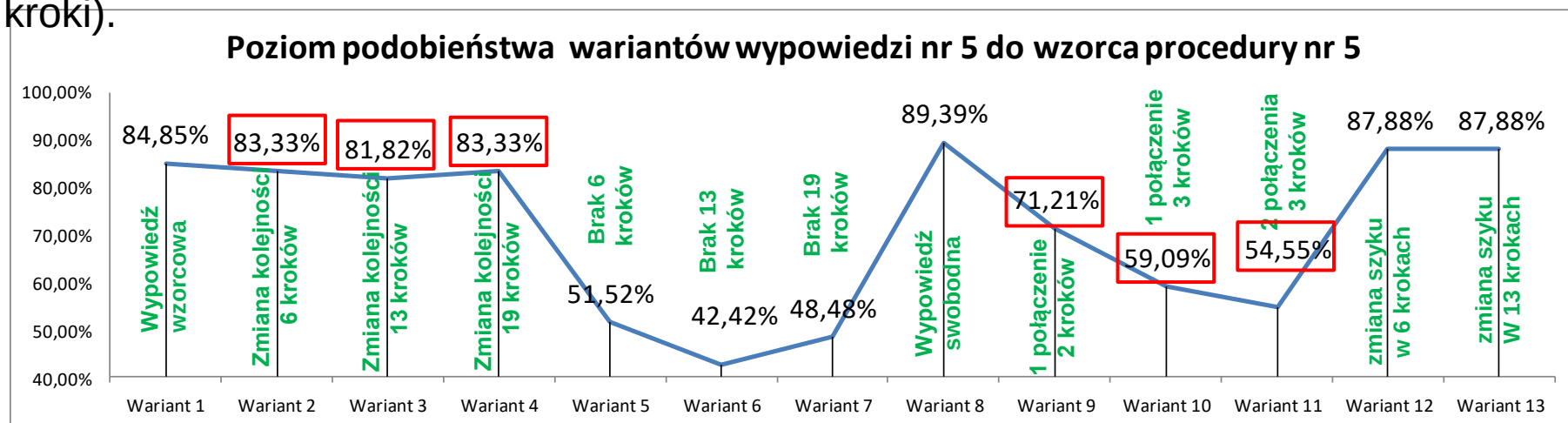
6. Pozyskanie wiedzy

Algorytm klasyfikacji wyznaczonej sekwencji charakterystyk kroków (ClassifSeq)

$$\begin{aligned}
 ik_1 &= \{czp_1=1...0, cz_1=1...0, 0... p_{32}=1 p_{33}=1...0, 0...0, 0... n_{48}=1...0, 0...0\} \\
 ik_2 &= \{0...czp_{22}=1...0, 0... cz_{15}=1...0, 0... p_{27}=1...0... p_{30}=1, 0...0, 0... n_{50}=1...0, 0...0\} \\
 ik_3 &= \{0...czp_{22}=1...0, 0... cz_{15}=1...0, 0... p_{32}=1...0, 0... l_{19}=1 l_{20}=1...0, 0... n_{51}=1...0, 0...0\} \\
 ik_4 &= \{0...czp_{30}=1...0, 0... cz_{17}=1...0, 0...0, 0... l_{20}=1...0, 0... n_{29}=1...0... n_{53}=1...0, 0...0\}
 \end{aligned}$$


Wyniki eksperymentów badawczych

Aby zweryfikować skuteczność prezentowanego modelu przygotowano **9** wypowiedzi odpowiadających procedurom wzorcowym, w **13** wariantach każda. Dla każdego z nich wyznaczono poziomo podobieństwa do procedury wzorcowej, np. procedura nr 5 (64 kroki).



Wyniki eksperymentu:

- Skuteczność omawianego modelu dla wykorzystanego zbioru testowego wynosi **69%** (**81** z **117** testów pozwoliło uzyskać wynik zgodny z oczekiwanym).
- Najniższą poprawność uzyskano w przypadku wypowiedzi, w których wprowadzano zmiany w kolejności, wykonywania kroków oraz łączenia wielu z nich z jednym kroku.
- Wyniki uzyskane w pozostałych przypadkach, potwierdzają skuteczność

2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu
4. Konwersja zapisu
5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk

6. Pozyskanie wiedzy – system wspomagania decyzji

Metoda badawcza została zaimplementowana w postaci **SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI** obejmującego moduły:

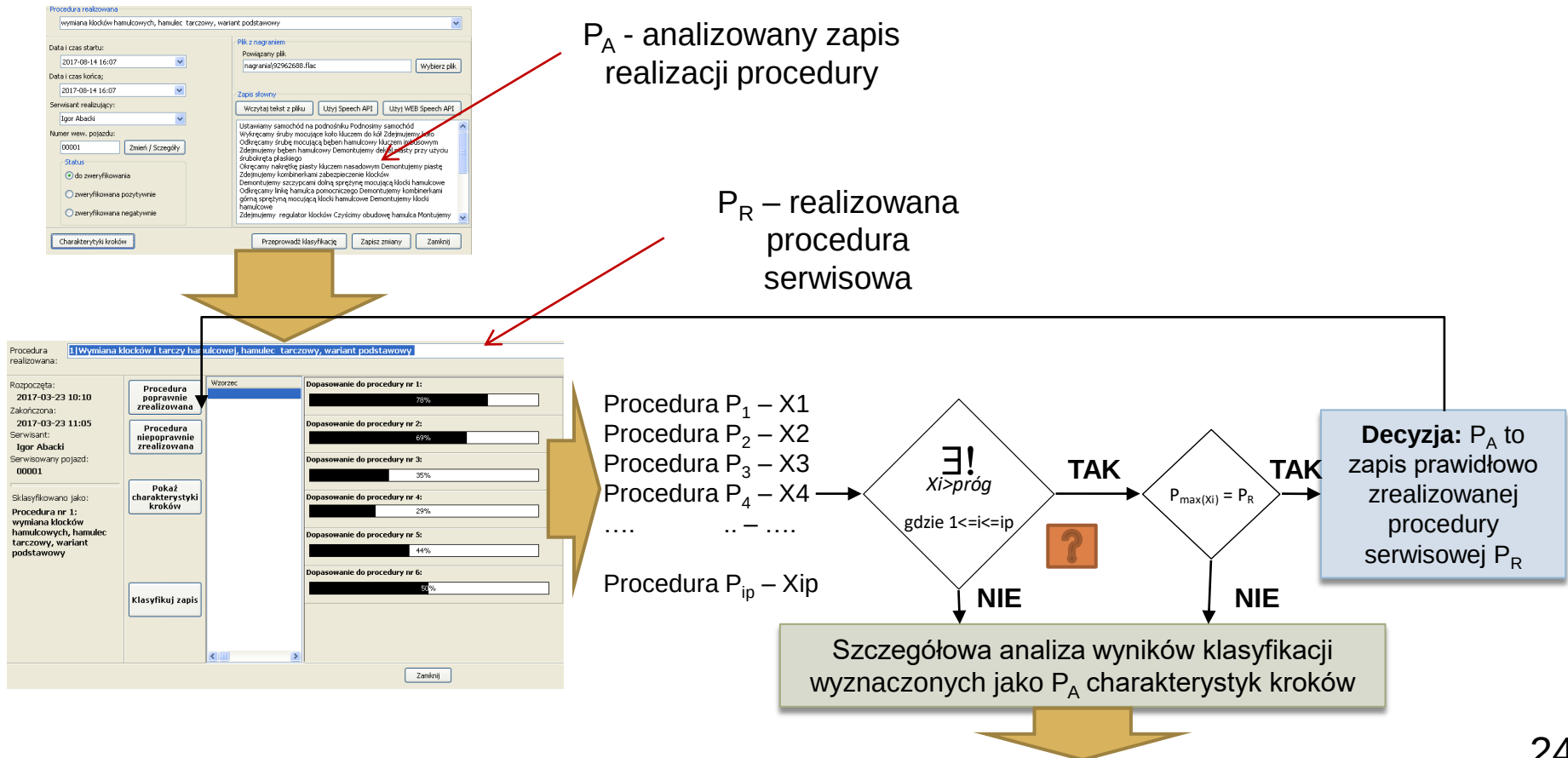
- zarządzania bazą wiedzy procedur wzorcowych zapisywanych przy użyciu ontologii dziedzinowej,
- zarządzania słownikiem SSW,
- pozyskiwania i gromadzenia zapisów wypowiedzi,
- konwersji pozyskanych zapisów przy użyciu algorytmów **TextToSSW**, **SSWToOntology** do postaci sekwencji kroków,
- klasyfikacji sekwencji kroków względem procedur wzorcowych przy użyciu algorytmu **ClassifSeq**.

System został rozbudowany o funkcjonalności ułatwiające specjalście (kierownikowi serwisu) interpretację wyników klasyfikacji.

1. Usystematyzowanie wiedzy jawnej
2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu
4. Konwersja zapisu
5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk

6. Pozyskanie wiedzy

Podjęmowanie decyzji przy wykorzystaniu **SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZYJI**



1. Usystematyzowanie wiedzy jawnej
2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu przebiegu wykonania procedury
4. Konwersja pozyskanego zapisu
5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk

6. Pozyskanie wiedzy

Szczegółowa analiza wyników klasyfikacji wyznaczonych charakterystyk kroków

Zdejmujemy koło Odkręcamy śrubę mocującą bęben hamulcowy kluczem imbusowym Zdejmujemy bęben hamulcowy Demontujemy dekiel płasty przy użyciu śrubokręta płaskiego Okręcamy nakrętkę płasty kluczem nasadowym Demontujemy płastę Zdejmujemy kombinerkami zabezpieczenie kłódki Demontujemy szczypcami dolną sprężynę mocującą kłódkę hamulcową Odkręcamy linkę hamulca	Nr kroku Onto.: 1 Czynność podstawowa: umieścić (1) Czynność uogólniona: (0) Podzespół: pojazd (11), Narzędzia: podnośnik kolumnowy (23), Elem. łączące: Brak Mat. eksplo.: Brak Ident. kroku.: 2 Nr kroku Onto.: 2 Czynność podstawowa: podnieść (34) Czynność uogólniona: podnoszenie (0) Podzespół: pojazd (44), Narzędzia: Brak Elem. łączące: Brak Mat. eksplo.: Brak Ident. kroku.: 7 Nr kroku Onto.: 3 Czynność podstawowa: wykryć (54)	Nr kroku Onto.: 1 Czynność podstawowa: umieścić (0) Czynność uogólniona: umieszczanie (0) Podzespół: pojazd (0), Narzędzia: podnośnik kolumnowy (0), Elem. łączące: Brak Mat. eksplo.: Brak Ident. kroku.: 2 Nr kroku Onto.: 2 Czynność podstawowa: podnieść (0) Czynność uogólniona: podnoszenie (0) Podzespół: pojazd (0), Narzędzia: podnośnik kolumnowy (0), Elem. łączące: Brak Mat. eksplo.: Brak Ident. kroku.: 8 Nr kroku Onto.: 3 Czynność podstawowa: wykryć (0)
---	---	---



Specjalista

Decyzja: P_A to zapis prawidłowo zrealizowanej procedury serwisowej P_R

TAK

Czy sposób realizacji procedury można uznać za poprawny?

NIE

Decyzja: P_A to zapis nieprawidłowo zrealizowanej procedury serwisowej P_R

Ocena pracownika

Rozbudowa bazy wiedzy

Ocena pracownika

Procedury

Kroki

Słownik SSW

• Nowa

• Nowy krok

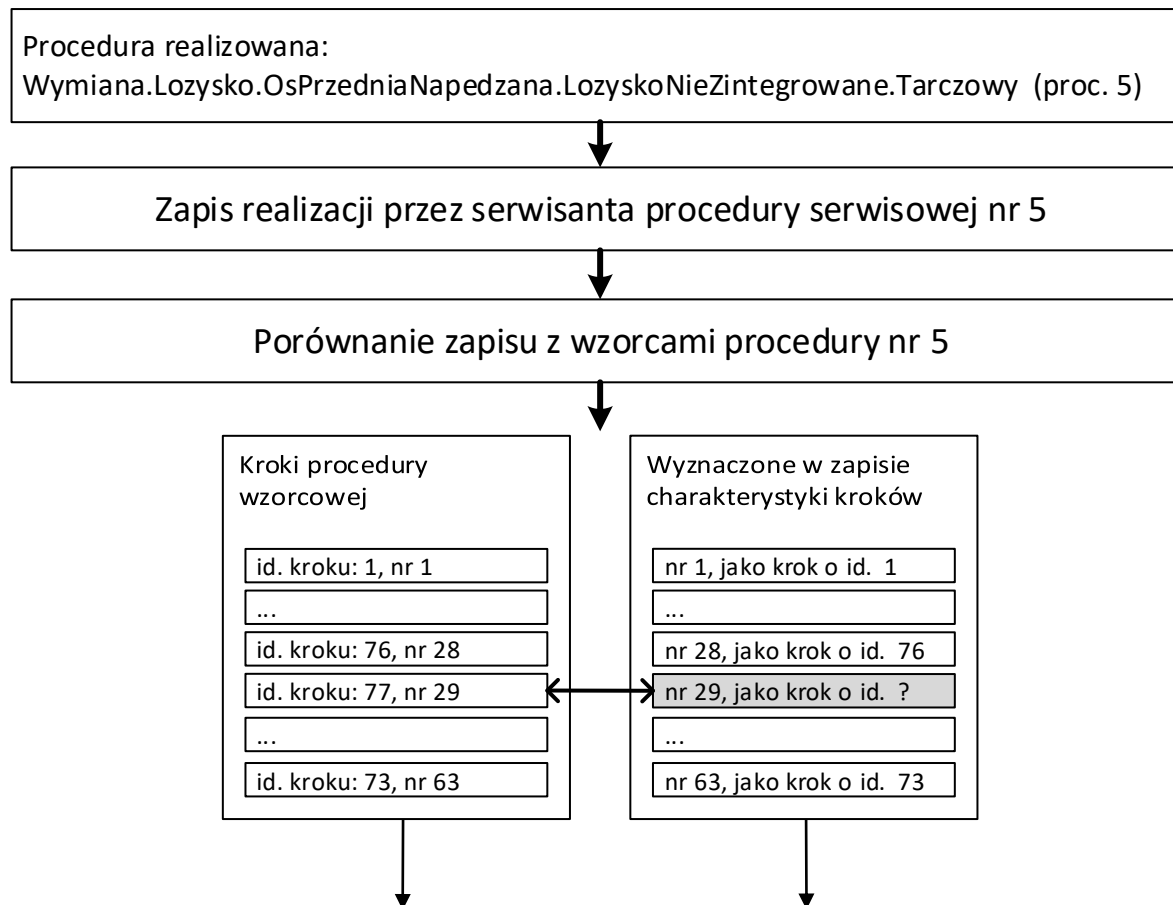
• Nowa nazwa

1. Usystematyzowanie wiedzy jawnej
2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu przebiegu wykonania procedury
4. Konwersja pozyskanego zapisu
5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk

6. Pozyskanie wiedzy

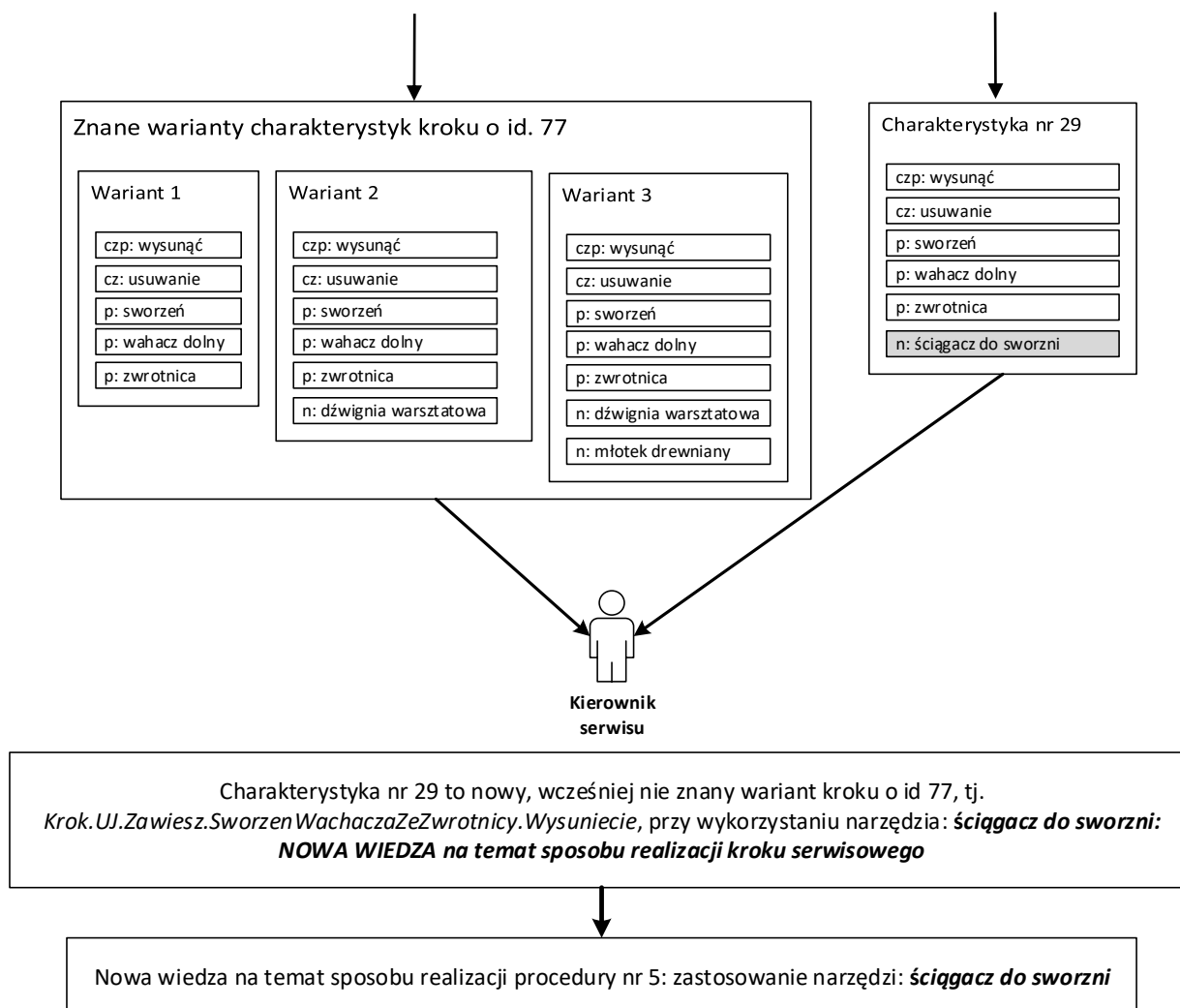
Przykładowy eksperyment:

Pozyskanie nowej wiedzy na temat sposobu realizacji procedury serwisowej



1. Usystematyzowanie wiedzy jawnej
2. Ontologia dziedzinowa
3. Pozyskanie zapisu przebiegu wykonania procedury
4. Konwersja pozyskanego zapisu
5. Klasyfikacja wyznaczonych charakterystyk

6. Pozyskanie wiedzy



Dodatkowe funkcjonalności systemu

System wspomagania decyzji jest elementem kompleksowego rozwiązania, wspierającego zarządzanie różnymi obszarami wiedzy działu serwisowego, np.:

✓ Klienci i użytkowane przez nich pojazdy

✓ Zrealizowane przeglądy serwisowe

✓ Dokumentacja, materiały

✓ Koszty osobowe, czasowe i zasobów dla różnych zadań

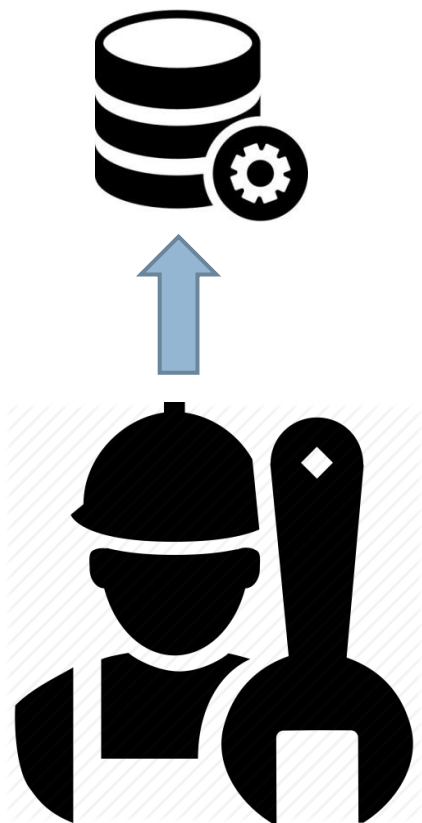
Podsumowanie i kierunki dalszych prac

Osiągnięte rezultaty:

- ❑ Określenie i uporządkowanie wiedzy jawnej dostępnej w dziale serwisowym.
- ❑ Formalizacja wiedzy jawnej przy użyciu ontologii.
- ❑ Pozyskanie tekstowego zapisu przebiegu realizacji procedur serwisowych przy wykorzystaniu techniki ASR.
- ❑ Opracowanie i implementacja algorytmów TextToSSW oraz SSWToOntology.
- ❑ Wykonanie konwersji zapisu wyrażonego w języku naturalnym do postaci zgodnej z przyjętą w ontologii.
- ❑ Opracowanie i implementacja algorytmu ClassifSeq.
- ❑ Zaprojektowanie i wykonanie systemu wspomagania decyzji dla działu serwisowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

Kierunki dalszych prac:

- ❑ Opracowanie nowych algorytmów wyodrębniania charakterystyk kroków.
- ❑ Rozbudowanie modelu konwersji wiedzy o analizę zarejestrowanego obrazu i automatyczną detekcję obiektów



**Dziękuję za
uwagę**