

Projekt protokołu na SIK (2006/07)

Kuba Pochrybniak
189315

kwiecień 2007

Streszczenie

Niniejszy dokument opisuje protokół komunikacyjny, mający służyć przeprowadzaniu rozmów głosowych przez sieć.

Spis treści

1. Opis celów protokołu	2
2. Opis założeń protokołu	2
3. Opis formatu komunikatów	2
3.1. Niskopoziomowy opis przesyłanych danych	2
3.2. Pola w komunikacie	2
3.2.1. Komunikaty niezależne od kanałów	2
3.2.2. Komunikaty idące kanałem sterującym	2
3.2.3. Komunikaty zmiennej długości	3
3.2.4. Komunikaty idące kanałem głosowym	3
4. Opis wymienianych komunikatów	3
5. Opis stanów	4
5.1. Skrócony opis	4
5.1.1. Awarie	4
5.2. Szczegółowy opis stanów dla komputerów niebędących w grupie	5
5.2.1. Ogólnie	5
5.2.2. NIC_NIE_ROBIE_STATE	5
5.2.3. CHCE_ZADZWONIC_STATE	6
5.2.4. KTOS_CHCE_ZADZWONIC_STATE	6
5.2.5. ROZMAWIAM_STATE	6
5.2.6. CHCE_ZAWIESIC_STATE	6
5.2.7. ZAWIESILEM_STATE	6
5.2.8. KTOS_ZAWIESIL_STATE	6
5.2.9. CHCE_ODWIESIC_STATE	7
5.2.10. CHCE_ROZLACZYC_STATE	7
5.3. Opis sytuacji związanych z grupami	7
5.3.1. Nawiazywanie rozmowy	7
5.3.2. Zawieszanie rozmowy	7
5.3.3. Kończenie rozmowy	8
5.3.4. Z drugiego punktu widzenia	8
5.3.5. Grupa-grupa	8
6. Podsumowanie używanych numerów	8
6.1. Komunikaty	8
6.2. Stany	9

1. Opis celów protokołu

Protokół ma na celu umożliwienie przeprowadzania internetowych rozmów głosowych między komputerami w sieci IP. Poniższy opis dotyczy jedynie sterowania nawiązywaniem, zawieraniem i zrywaniem połączeń, bez wchodzenia w szczegóły dotyczące samego przesyłania danych głosowych.

2. Opis założeń protokołu

Protokół części sterującej będzie opierał się na TCP/IP. Zapewni to niezawodność, nie-
stety kosztem wydajności.

Wydajność nie powinna jednak być problemem, gdyż narażona na największe obciążenia część, tj. przesyłanie samej treści rozmowy głosowej, opierać się będzie na protokole UDP.

Wykorzystywany będzie model P2P. Między komputerami będą tworzone połączenia składające się z dwóch kanałów: głosowego i sterującego, którym będą szły komunikaty. Zanim połączenie zostanie stworzone, komputer, który chce zainicjować rozmowę, będzie wysyłał komunikat do komputera o danym IP na port 6666.

3. Opis formatu komunikatów

3.1. Niskopoziomowy opis przesyłanych danych

Przyjęte są następujące założenia co do przesyłanych danych:

- sieciowy porządek oktetów w liczbach,
- brak uzupełniania formatu — liczby n -oktetowe są przesyłane za pomocą ciągu n bajtów,
- nie przewiduje się wysyłania liczb zmiennoprzecinkowych ani stałoprzecinkowych ze znakiem.

3.2. Pola w komunikacie

3.2.1. Komunikaty niezależne od kanałów

typ	uint8	numer typu komunikatu
ip	uint32	IP nadawcy
port_s	uint16	numer portu kanału sterującego
port_g	uint16	numer portu kanału głosowego
los	uint32	liczba losowa wygenerowana przy wysłaniu wiadomości

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$8 + 32 + 16 + 16 + 32 = 104.$$

3.2.2. Komunikaty idące kanałem sterującym

Ponieważ kanał sterujący będzie dla danej trójki (użytkownik1, użytkownik2, rozmowa) wyznaczony jednoznacznie, informacje o nadawcy i jego parametrach byłyby zbędną redundancją.

typ	uint8	numer typu komunikatu
los	uint32	liczba losowa wygenerowana przy wysyłaniu wiadomości

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$8 + 32 = 40.$$

3.2.3. Komunikaty zmiennej długości

typ	uint8	numer typu komunikatu
ip	uint32	IP nadawcy
wielkosc	uint16	liczba linii
linie	uint16[wielkosc]	tablica zajmowanych linii

Długość komunikatu w bajtach będzie równa

$$8 + 32 + 16 + 16 * \text{wielkosc}.$$

3.2.4. Komunikaty idące kanałem głosowym

Kanał głosowy nie musi być tak niezawodny jak sterujący, będzie więc opierał się na protokole UDP. Jednak w związku z przyjętym rozwiązaniem, trzeba będzie zapewnić, by komunikaty dochodzące w losowej kolejności były czytane w kolejności właściwej. Dlatego prócz samej treści będą musiały mieć znacznik czasowy.

czas	uint32	znacznik czasowy
msg	char[WIELKOSC_MSG]	fragment wiadomości długości WIELKOSC_MSG

Ponieważ rozmowy z założenia będą krótsze niż panowanie Elżbiety II, na znacznik czasowy wystarczą cztery bajty.

Pole `msg` będzie wypełnione w większości znakami o kodzie większym od 0. Pierwszy pojawiający się znak o kodzie 0 będzie oznaczał koniec wiadomości. Kolejne pola wiadomości nie będą umyślnie zerowane.

4. Opis wymienianych komunikatów

Komunikaty postaci 3.2.1:

- PROSBA_O_POLACZENIE_MSG,
- ODRZUCENIE_POLACZENIA_MSG,
- PRZYJECIE_POLACZENIA_MSG,
- PROSBA_O_ROZLACZENIE_MSG,
- ZGODA_NA_ROZLACZENIE_MSG,
- GR_LUDZISKA_KTOS_DO_NAS_DZWONI_MSG,
- GR_CHCE_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG,
- GR_BRAK_ZGODY_NA_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG,
- GR_ODDAJE_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG,
- GR_CHCE_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG,

- GR_BRAK_ZGODY_NA_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG,
- GR_ODDAJE_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG,
- ZMIEN_ROZMOWCE_MSG,
- GR_SKONCZYLEM_GADAC_MSG.

Komunikaty idące utworzonym kanałem sterującym po ustanowieniu połączenia, czyli

- PROSBA_O_ZAWIESZENIE_MSG,
- ZGODA_NA_ZAWIESZENIE_MSG,
- PROSBA_O_ODWIESZENIE_MSG,

będą miały postać opisaną w punkcie 3.2.2.

Komunikaty zmiennej długości, czyli jak w punkcie 3.2.3:

- GR_ZGODA_NA_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG,
- GR_ZGODA_NA_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG,
- GR_ZAWIESILEM_MSG.

Pola nieużywane nie mają być specjalnie wypełniane — z kontekstu będzie wynikać, czy danych pól należy użyć. Autor zdecydował się na korzystanie z komunikatów zawierających niepotrzebne pola, aby nie mnożyć ponad normę typów komunikatów. Z tego samego powodu w polu `linie` komunikatu `GR_ZAWIESILEM_MSG` będzie jednoelementowa tablica, zawierająca numer aktualnie zawieszonych linii.

5. Opis stanów

5.1. Skrócony opis

Ponieważ protokół ma zapewniać użytkownikowi możliwość przeprowadzania wielu rozmów telefonicznych równoległe, stany (poza stanem `NIC_NIE_ROBIE_STATE`) będą charakterystyczne nie dla użytkownika, a dla pary (użytkownik, rozmowa). Stan `NIC_NIE_ROBIE_STATE` będzie charakterystyczny dla użytkownika.

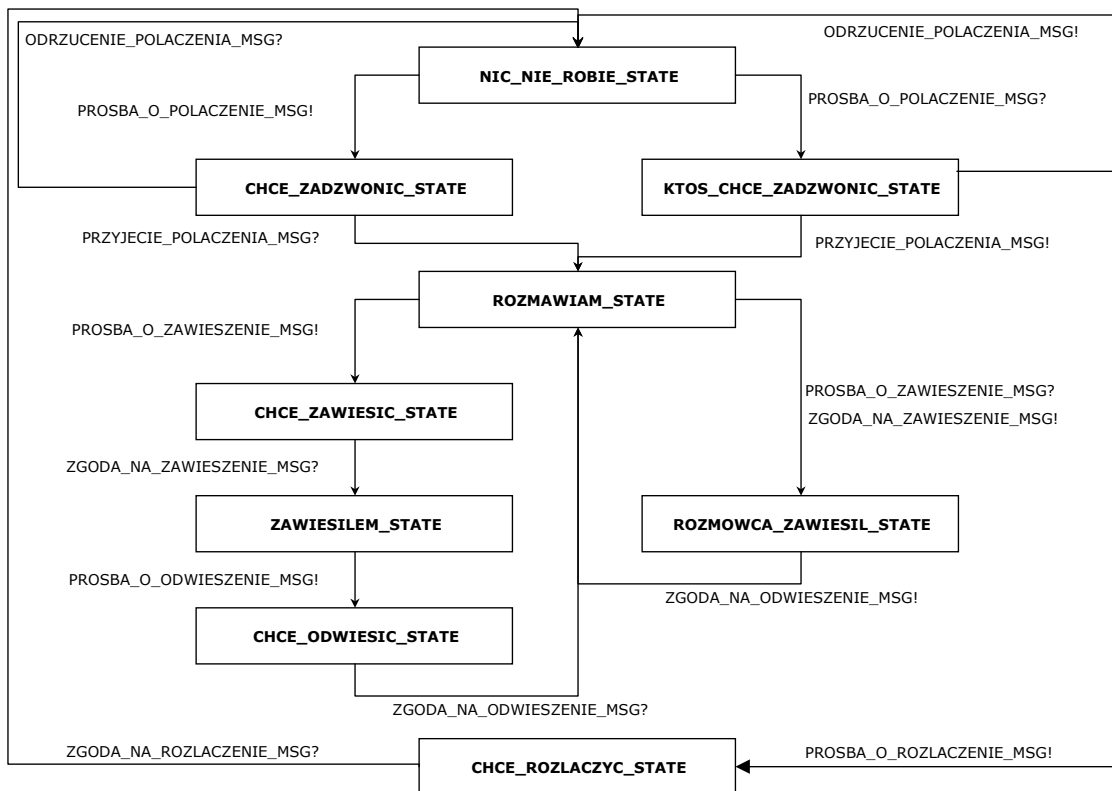
Zakładam, że w chwili otrzymania lub wysłania komunikatu `PROSBA_O_POLACZENIE_MSG` jest uruchamiany nowy wątek, który niezależnie od innych obsługuje daną rozmowę.

Ponieważ związane z poszczególnymi komunikatami czynności bywają złożone, nie ma sensu wypisywać ich szczegółowego działania na diagramie stanów (patrz rysunek); opis ich działania znajduje się w punkcie 5.2.

5.1.1. Awarie

W dowolnym stanie może dojść do awarii: możemy otrzymać komunikat TCP o zerwaniu połączenia, możemy też np. nie doczekać się odpowiedzi w odpowiednio ograniczonym czasie.¹ Jeśli dojdzie do takiej sytuacji, rozłączamy połączenie, zwalniamy linię telefoniczną oraz porty i przechodzimy do stanu `NIC_NIE_ROBIE_STATE`.

¹ Dla wszelkiego rodzaju działań wymagających komunikatów zwrotnych, stosujemy timeout, niezależny od wbudowanego w protokół TCP.



5.2. Szczegółowy opis stanów dla komputerów niebędących w grupie

5.2.1. Ogólnie

W dowolnym (prócz ZAWIESILEM STATE) stanie możemy stwierdzić, że zrywamy połączenie — wysyłamy wtedy komunikat PROSBA O ROZLACZENIE MSG przechodzimy do stanu CHCE ROZLACZYC STATE.

W dowolnym stanie możemy dostać komunikat PROSBA O ROZLACZENIE MSG. Przejmujemy wtedy nadawcą kanałem głosowym i wysyłamy komunikat ZGODA NA ROZLACZENIE MSG. Zwalamy linię telefoniczną oraz porty i przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE.

Ponieważ powyższe rzeczy dotyczą generalnie wszystkich stanów, nie będę ich opisywać szczegółowo w każdym stanie osobno.

5.2.2. NIC_NIE_ROBIE_STATE

W tym stanie możemy przyjąć przychodzącą rozmowę bądź wysłać prośbę o jej zainicjowanie.

W pierwszym przypadku, czyli po otrzymaniu komunikatu PROSBA O POLACZENIE MSG, przechodzimy do stanu KTOS CHCE ROZMAWIAC STATE.

W drugim przypadku postępujemy następująco:

- jeśli mamy wolną linię telefoniczną, próbujemy zarezerwować dwa porty,
- w przypadku niepowodzenia rezygnujemy z dalszych działań,
- w przypadku powodzenia wysyłamy komunikat PROSBA O POLACZENIE MSG, zawierając w nich numery portów,

— przechodzimy do stanu CHCE ZADZWONIC STATE.

5.2.3. CHCE_ZADZWONIC_STATE

Jeśli przyjdzie komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG, zwalniamy zarezerwowane porty i numer linii i wracamy do stanu zerowego.

Jeśli przyjdzie komunikat PRZYJECIE POLACZENIA MSG, będzie to oznaczać, że na podanych w komunikacie numerach portów zostały już stworzone oba kanały komunikacyjne. Przechodzimy do stanu ROZMAWIAM STATE.

5.2.4. KTOS_CHCE_ZADZWONIC_STATE

Sprawdzamy, czy mamy wolną linię telefoniczną. Jeśli nie mamy, wysyłamy komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG. Jeśli mamy, rezerwujemy dwa porty i pytamy użytkownika, czy chce przyjąć rozmowę. Jeśli nie udało się zarezerwować portów lub użytkownik nie chce przyjąć rozmowy, wysyłamy komunikat ODRZUCENIE POLACZENIA MSG (zwalnając zarezerwowane porty, jeśli udało nam się je zarezerwować). Jeśli użytkownik chce przyjąć rozmowę, wysyłamy komunikat PRZYJECIE POLACZENIA MSG, zawierając w nim numery zarezerwowanych portów.

Po wysłaniu komunikatu ODRZUCENIE POLACZENIA MSG przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE, zaś po wysłaniu komunikatu PRZYJECIE POLACZENIA MSG — do stanu ROZMAWIAM STATE.

5.2.5. ROZMAWIAM_STATE

Jeśli dostaniemy komunikat PROSBA O ZAWIESZENIE MSG, przestajemy nadawać kanałem głosowym i wysyłamy komunikat ZGODA NA ZAWIESZENIE MSG, po czym przechodzimy do stanu KTOS ZAWIESIL STATE.

Jeśli użytkownik chce zawiesić, przechodzimy do stanu CHCE ZAWIESIC STATE.

5.2.6. CHCE_ZAWIESIC_STATE

Po znalezieniu się w tym stanie, przestajemy nadawać kanałem głosowym, wysyłamy komunikat PROSBA O ZAWIESZENIE i po otrzymaniu komunikatu ZGODA NA ZAWIESZENIE MSG zawieszamy kanał głosowy i przechodzimy do stanu ZAWIESILEM STATE.

Jeżeli w niniejszym stanie dojdzie do nas komunikat PROSBA O ZAWIESZENIE MSG, mamy konflikt. Spór rozstrzyga się za pomocą liczb losowych, dołączonych do komunikatu (większy „wygrywa”, tj. oczekuje na komunikat ZGODA NA ZAWIESZENIE MSG, który ma wysłać mniejszy).²

5.2.7. ZAWIESILEM_STATE

Jeżeli użytkownik chce odwiesić rozmowę, wysyłamy komunikat PROSBA O ODWIESZENIE MSG i przechodzimy do stanu CHCE ODWIESIC STATE.

5.2.8. KTOS_ZAWIESIL_STATE

Jeżeli przyjdzie do nas komunikat PROSBA O ODWIESZENIE MSG, wysyłamy komunikat ZGODA NA ODWIESZENIE MSG i przechodzimy do stanu ROZMAWIAM STATE.

² W zupełnie nieprawdopodobnym, ale jednak możliwym przypadku, rozstrzyga porządek leksykograficzny numerów IP — „wygrywa” ten o większym IP. Z jednej strony jest to rozwiązanie niesprawiedliwe, ale z drugiej takie zdarzenie ma prawie zerowe prawdopodobieństwo zajścia.

5.2.9. CHCE_ODWIESIC_STATE

Jeśli dojdzie do nas komunikat ZGODA NA ODWIESZENIE MSG, odwieszamy kanał głosowy i przechodzimy do stanu ROZMAWIAM STATE.

5.2.10. CHCE_ROZLACZYC_STATE

Jeżeli przyjdzie do nas komunikat POZWOLENIE NA ROZLACZENIE MSG, zwalniamy linię telefoniczną oraz porty i przechodzimy do stanu NIC NIE ROBIE STATE.

5.3. Opis sytuacji związanych z grupami

W poprzedniej sekcji nie był poruszony problem, co zrobić, jeśli biorący udział w zdarzeniu komputer jest w grupie. Ogólny schemat działania jest podobny, ale w szczegółach występują pewne różnice, które przedstawię poniżej.

Poniższe sytuacje z powodu czytelności rysunku nie są uwzględnione w diagramie stanów.

5.3.1. Nawiązywanie rozmowy

Jeśli dzwoni do nas jakiś komputer, rozsyłamy do całej grupy (razem ze sobą) komunikat GR LUDZISKA KTOS DO NAS DZWONI MSG, zawierający m.in. IP potencjalnego rozmówcy. Teraz zostanie zastosowana krzyżówka Ricarta–Agrawali z muteksami. Każdy komputer, który chce przyjąć tę rozmowę, wysyła do wszystkich poza sobą komunikat GR CHCE MUTEKSA LACZACEGO MSG, w którym podaje m.in. IP chcącego rozmawiać komputera.

Każdy komputer, który nie chce rozmawiać, odsyła komunikat GR ZGODA NA MUTEKSA LACZACEGO MSG zawierający numery zajmowanych przez siebie aktualnie linii. Komputery, które chcą rozmawiać, rozstrzygają konflikt podobnie jak w punkcie 5.2.6: za pomocą liczb losowych dołączanych do komunikatów, a w przypadkach i tutaj spornych, za pomocą porządku leksykograficznego numerów IP. Te, które „przegrają”, wysyłają wymieniony wyżej komunikat; ten, który wygra, wysyła komunikat GR BRAK ZGODY NA MUTEKSA LACZACEGO MSG.

Komputer, jedyny, który uzyska zgodę od wszystkich pozostałych na „wzięcie muteksa”, wie, które linie telefoniczne są wolne. W tym momencie łączy rozmowę analogicznie jak w sytuacji bez grup, po czym rozsyła do wszystkich poza sobą komunikat GR ODDAJE MUTEKSA LACZACEGO MSG.

Komputery po wysłaniu komunikatu GR ZGODA NA MUTEKSA LACZACEGO MSG wstrzymują się z wszelkimi operacjami dotyczącymi zmiany linii (z wyjątkiem rozłączania), choć mogą w tym czasie normalnie prowadzić swoje rozmowy. Wszelkie tego typu operacje mogą zostać podjęte dopiero po otrzymaniu komunikatu GR ODDAJE MUTEKSA LACZACEGO MSG lub po timeoucie oznaczającym awarię.

Komputer, który chce przeprowadzić rozmowę (wysłał już komunikat GR CHCE MUTEKSA LACZACEGO MSG), po otrzymaniu komunikatu GR BRAK ZGODY NA MUTEKSA LACZACEGO MSG sprawdza, czy komunikat dotyczy tego samego potencjalnego rozmówcy. Jeśli tak, rezygnuje z połączenia (nic w tym celu nie robiąc); jeśli innego, czeka, aż przyjdzie komunikat GR ODDAJE MUTEKSA LACZACEGO MSG, po czym znów wysyła komunikat GR CHCE MUTEKSA LACZACEGO MSG.

5.3.2. Zawieszanie rozmowy

Jeśli jesteśmy komputerem będącym w grupie i chcemy zawiesić rozmowę, wymieniamy odpowiednie komunikaty z naszym rozmówcą, po czym po zawieszeniu rozmowy rozsyłamy do

wszystkich w grupie (do siebie samych też) komunikat GR ZAWIESILEM MSG, zawierający m.in. IP rozmówcy, jego porty zarezerwowane na tę rozmowę oraz numer linii telefonicznej.

Wszystkie komputery, które chcą odwieść rozmowę, analogicznie jak w poprzednim punkcie wymieniają z pozostałymi komputerami w grupie komunikat GR CHCE MUTEKSA ODWIESZAJACEGO MSG, w którym załączają m.in. IP rozmówcy oraz nr linii telefonicznej. Ten, który „wygra”, przed rozesłaniem komunikatu GR ODDAJE MUTEKSA ODWIESZAJACEGO MSG wysyła do rozmówcy komunikat ZMIEN ROZMOWCE MSG, zawierający m.in. dwa nowe porty (zarezerwowane tak samo jak przy rozpoczynaniu rozmowy) i tworzy kanały.

5.3.3. Kończenie rozmowy

Kończenie rozmowy, niezależnie od tego, przez którą stronę zainicjowane, skutkuje zawsze wysłaniem komunikatu GR SKONCZYLEM GADAC MSG zawierającego m.in. IP rozmówcy oraz numer linii, która właśnie się zwolniła.

5.3.4. Z drugiego punktu widzenia

Z punktu widzenia komputera, który dzwoni do komputera będącego w grupie, wszystko wygląda mniej więcej tak, jak w „normalnej” sytuacji. Jedyna różnica jest taka, że na prośby o połączenie oraz przy odwieszaniu rozmowy może nam odpowiedzieć komputer o innym IP niż ten, z którym wcześniej się komunikowaliśmy.

5.3.5. Grupa–grupa

Ponieważ w każdym komunikacie przed stworzeniem kanału sterującego jest przesyłany numer IP nadawcy, nie ma żadnych problemów przy komunikacji komputer w grupie – komputer w grupie.

6. Podsumowanie używanych numerów

6.1. Komunikaty

Komunikaty będą charakteryzowane liczbami naturalnymi (typ `uint8`). Oto konkretne wartości przypisane rodzajom komunikatów:

PROSBA_O_POLACZENIE_MSG.....	0
ODRZUCENIE_POLACZENIA_MSG.....	1
PRZYJECIE_POLACZENIA_MSG.....	2
PROSBA_O_ZAWIESZENIE_MSG.....	3
ZGODA_NA_ZAWIESZENIE_MSG.....	4
PROSBA_ODWIESZENIE_MSG.....	5
ZGODA_NA_ODWIESZENIE_MSG.....	6
PROSBA_O_ROZLACZENIE_MSG.....	7
ZGODA_NA_ROZLACZENIE_MSG.....	8
GR_LUDZISKA_KTOS_DO_NAS_DZWONI_MSG.....	9
GR_CHCE_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	10
GR_ZGODA_NA_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	11
GR_BRAK_ZGODY_NA_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	12

GR_ODDAJE_MUTEKSA_LACZACEGO_MSG.....	13
GR_ZAWIESILEM_MSG.....	14
GR_CHCE_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG.....	15
GR_ZGODA_NA_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG	16
GR_BRAK_ZGODY_NA_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG... ..	17
GR_ODDAJE_MUTEKSA_ODWIESZAJACEGO_MSG	18
ZMIEN_ROZMOWCE_MSG.....	19
GR_SKONCZYLEM_GADAC_MSG	20

6.2. Stany

NIC_NIE_ROBIE_STATE	0
CHCE_ZADZWONIC_STATE	1
KTOS_CHCE_ZADZWONIC_STATE... ..	2
ROZMAWIAM_STATE.....	3
CHCE_ZAWIESIC_STATE.....	4
ZAWIESILEM_STATE	5
ROZMOWCA_ZAWIESIL_STATE	6
CHCE_ODWIESIC_STATE	7
CHCE_ROZLACZYC_STATE	8