Komunikacja międzyprocesowa z D-Busem

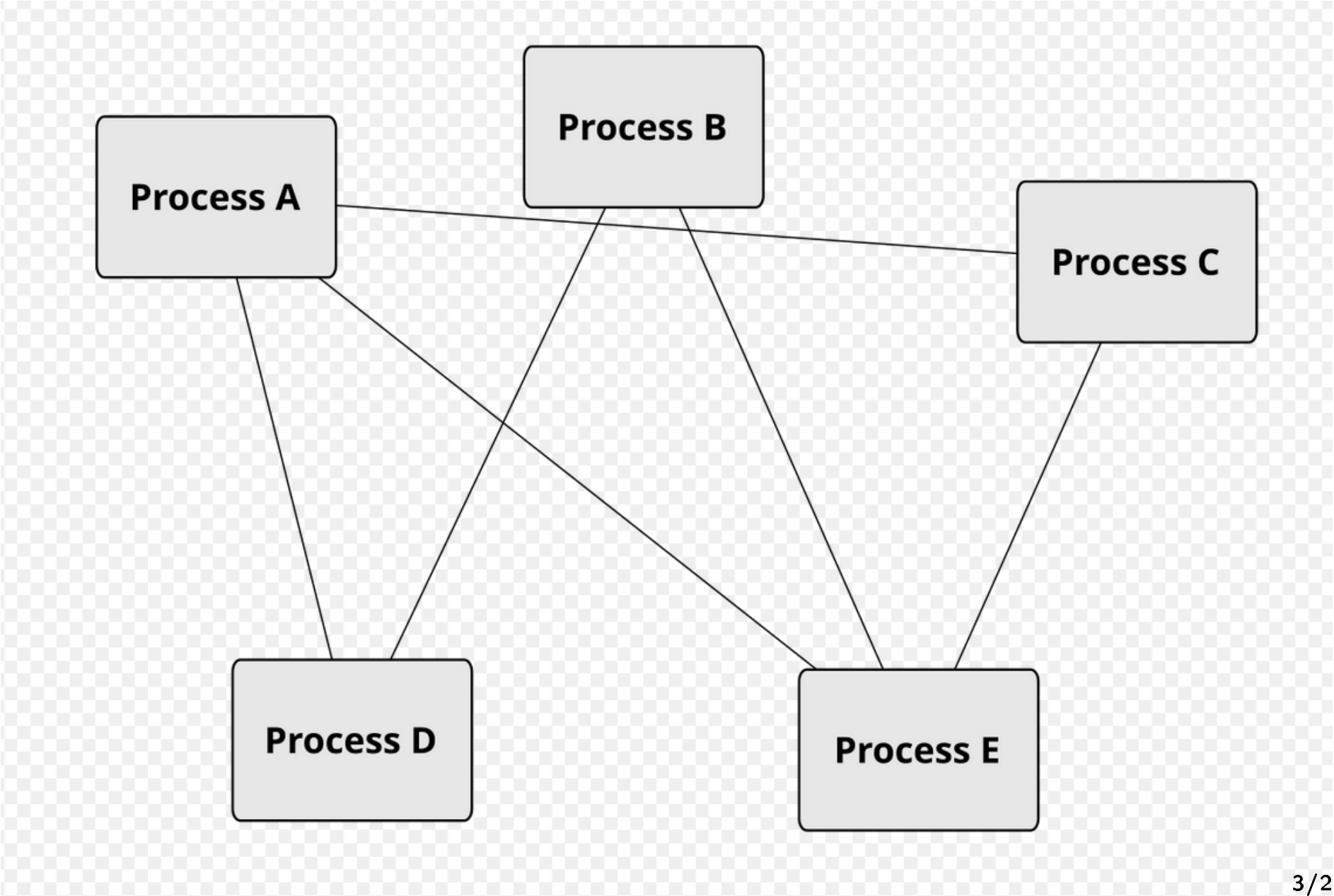
Maksymilian Wnuk

26 listopada 2024

Plan

- Historia
- Teoria
- Praktyka

Komunikacja międzyprocesowa



Przykłady

- Pamięć współdzielona
- Sockety
- Pipe, named pipe

Wysokopoziomowe rozwiązania

- CORBA, Common Object Request Broker Architecture
  - Skomplikowany, złożony standard
  - Transparentność lokacji
  - Problemy z restrykcyjnym firewallem
  - Brak planu na standard

Wysokopoziomowe rozwiązania

- CORBA, Common Object Request Broker Architecture
  - Skomplikowany, złożony standard
  - Transparentność lokacji
  - Problemy z restrykcyjnym firewallem
  - Brak planu na standard
- DCOP, Desktop COmmunication Protocol
  - Daemon, implementacja klient-serwer z traffic directorem
  - C/C++
  - Zastępiony przez D-Bus

freedesktop.org

Projekt z 2002 roku zarządzający między innymi:

- PulseAudio
- systemd
- Wayland
- Mesa

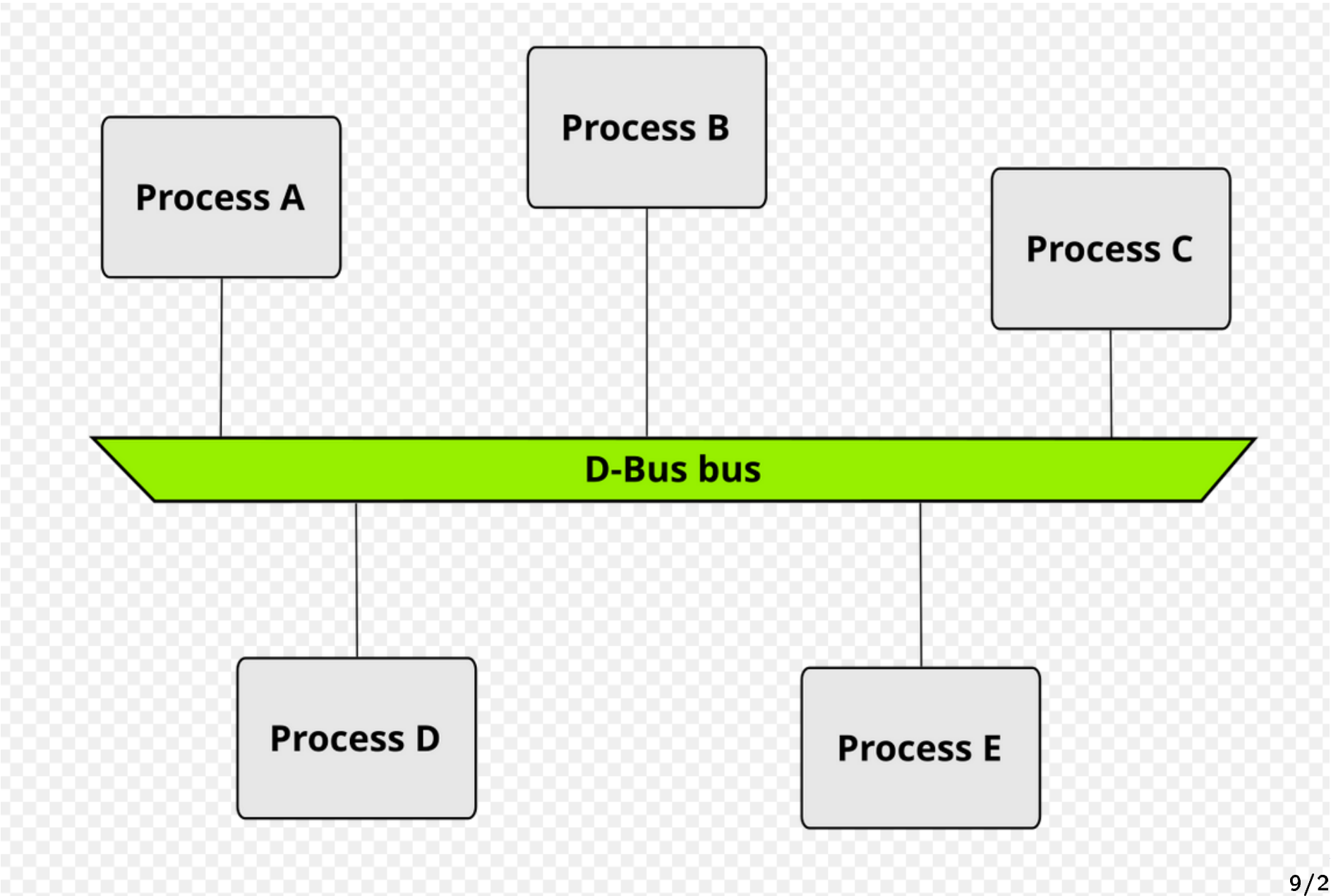
D-Bus

Potrzeba zaimplementowania ustandaryzowanego, bezpiecznego IPC dla środowisk graficznych.
2002 - początek projektu
2006 - stabilna wersja

Zalety

- Prosty
- Dostępność standardu w wielu językach programowania
- Security policy
- Abstrakcja połączenia
- Walidacja typów
- Centralizacja
- Działanie ad hoc

Działanie



D-Bus bus

Demon do którego łączą się aplikacje. Przekierowuje wiadomości od aplikacji do innych aplikacji. Podział na system bus i session bus.

Session bus

Z poziomu użytkownika, osobna instancja dla każdego.

- DE KDE, GNOME
- Aplikacje, Spotify, Firefox
- PulseAudio

System bus

Z poziomu systemu operacyjnego. Pojedyncza instancja dla każdego użytkownika.

- Sieci, NetworkManager
- Urządzenia, UDisks
- Uprawnienia, PolicyKit

Połączenie serwisu

Następuje przy połączeniu do demona. Serwis ma przyznawaną nazwę.

- Unikalna: :1-37, :1-42
- Well-known name: org.Cinammon, org.mpris.MediaPlayer2.spotify

Demon mapuje well-known name na nazwę unikalną.
Coś jak dns.

Interfejsy

Zbiór metod, sygnałów oraz właściwości (properties). Implementowane przez obiekty. Coś jak abstract class.

- org.mpris.MediaPlayer2.Player
- org.freedesktop.Notifications
- org.freedesktop.NetworkManager
- org.freedesktop.UDisks2.Drive

Obiekt

- Wymaga określenia bus name
- Ścieżka do obiektu jako nazwa:
  - /org/mpris/MediaPlayer2
  - /org/freedesktop/Notifications
  - /org/freedesktop/NetworkManager
  - /org/freedesktop/UDisks2/drives/KINGSTON123afmaolk1
- Implementuje interfejs lub interfejsy.

Metody

Synchroniczne. Obiekt implementuje metodę którą klient może wywołać z argumentami. Może zwracać z powrotem wartość.

Sygnały

Asynchroniczne. Obiekt emituje sygnał. Klient nasłuchuje sygnałów i implementuje handler.

Interfejsy standardowe

Interfejsy zapewniające definicje metod, przydatne przy implementacji serwisów.

- org.freedesktop.DBus.Peer - metody Ping i GetMachineId

Interfejsy standardowe

Interfejsy zapewniające definicje metod, przydatne przy implementacji serwisów.

- org.freedesktop.DBus.Peer - metody Ping i GetMachineId
- org.freedesktop.DBus.Introspectable - reprezentacja obiektu w XML

Interfejsy standardowe

Interfejsy zapewniające definicje metod, przydatne przy implementacji serwisów.

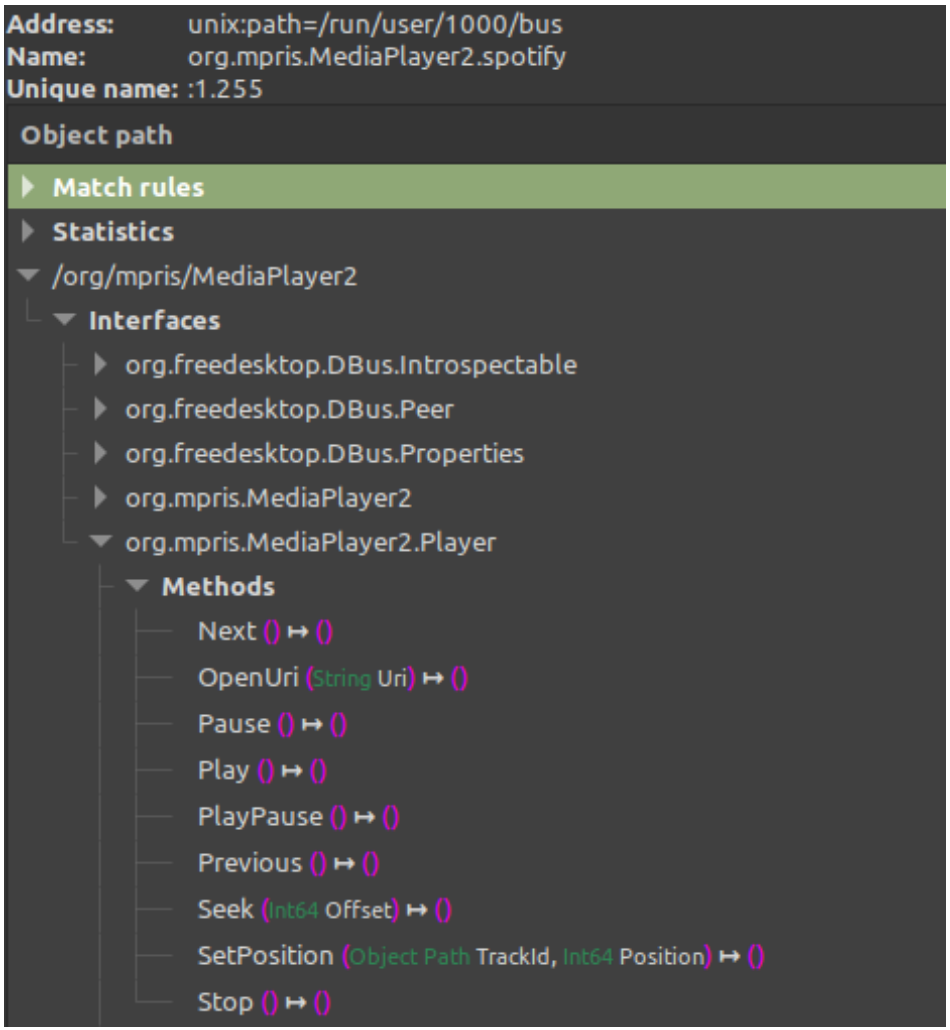
- org.freedesktop.DBus.Peer - metody Ping i GetMachineId
- org.freedesktop.DBus.Introspectable - reprezentacja obiektu w XML
- org.freedesktop.DBus.Properties - manipulacja właściwościami, odczyt wartości

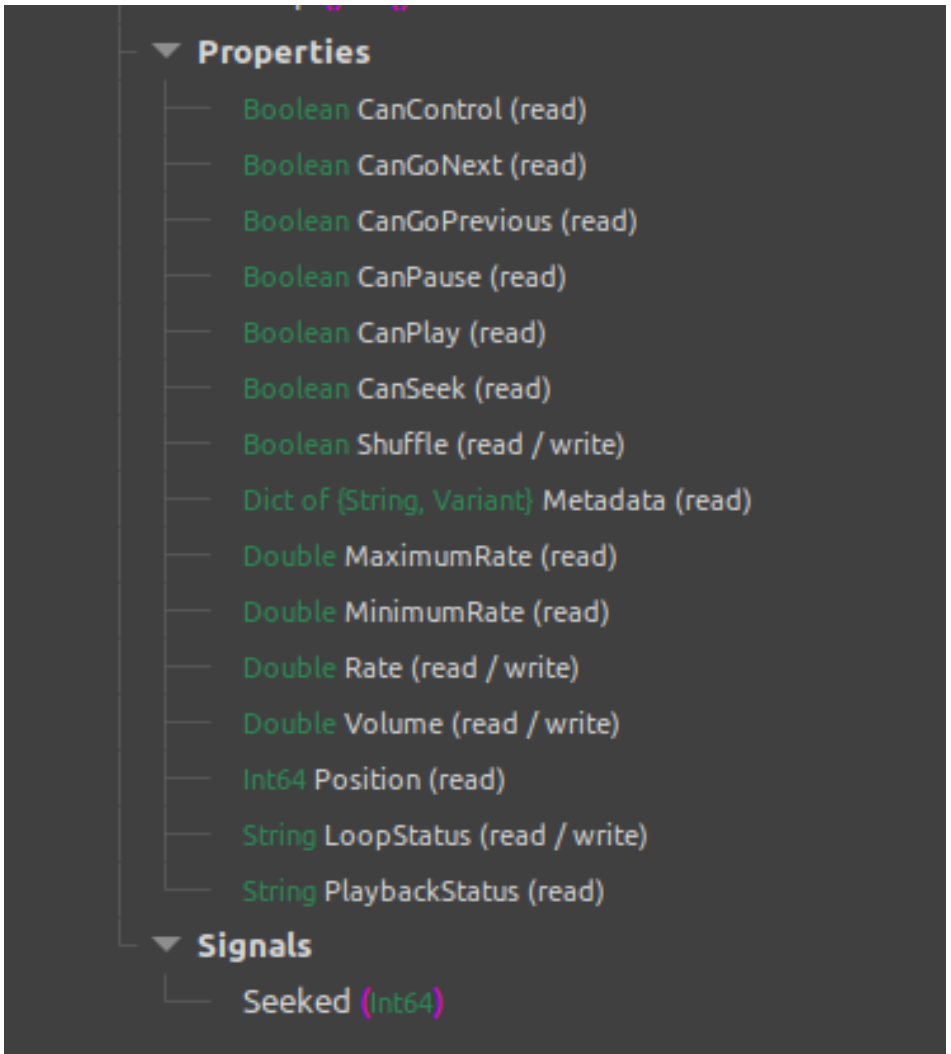
Interfejsy standardowe

Interfejsy zapewniające definicje metod, przydatne przy implementacji serwisów.

- org.freedesktop.DBus.Peer - metody Ping i GetMachineId
- org.freedesktop.DBus.Introspectable - reprezentacja obiektu w XML
- org.freedesktop.DBus.Properties - manipulacja właściwościami, odczyt wartości
- org.freedesktop.DBus.ObjectManager - zarządzanie obiektami udostępnianymi przez serwis

Przykład


Address: unix:path=/run/user/1000/bus
Name: org.mpris.MediaPlayer2.spotify
Unique name: :1.255
Object path
Match rules
Statistics
/org/mpris/MediaPlayer2
Interfaces
org.freedesktop.DBus.Introspectable
org.freedesktop.DBus.Peer
org.freedesktop.DBus.Properties
org.mpris.MediaPlayer2
org.mpris.MediaPlayer2.Player
Methods
Next () ↦ ()
OpenUri (String Uri) ↦ ()
Pause () ↦ ()
Play () ↦ ()
PlayPause () ↦ ()
Previous () ↦ ()
Seek (Int64 Offset) ↦ ()
SetPosition (Object Path TrackId, Int64 Position) ↦ ()
Stop () ↦ ()


Properties
Boolean CanControl (read)
Boolean CanGoNext (read)
Boolean CanGoPrevious (read)
Boolean CanPause (read)
Boolean CanPlay (read)
Boolean CanSeek (read)
Boolean Shuffle (read / write)
Dict of {String, Variant} Metadata (read)
Double MaximumRate (read)
Double MinimumRate (read)
Double Rate (read / write)
Double Volume (read / write)
Int64 Position (read)
String LoopStatus (read / write)
String PlaybackStatus (read)
Signals
Seeked (Int64)

Proxy

Obiekt tworzony przez klienta jako reprezentacja zdalnego obiektu innego procesu. Niskopoziomowo tworzy wiadomość do serwisu z requestowanym wykonaniem metod i zwraca odpowiedź.

```
bus = SessionBus()
proxy = bus.get(SERVICE_NAME, SERVICE_OBJECT)
method_res = proxy[INTERFACE_NAME].Method(a1, a2)

proxy.SomeSignal().connect(SIGNAL_HANDLER)
loop.run()
```

Wiadomości niskopoziomowo

Dzielą się na 4 typy:

- Wiadomości wywołujące metody
- Wiadomości zwracające return value metody
- Błędy zwracające wyjątki spowodowane wywołaniem metody. Zła walidacja typu, brak autoryzacji, brak serwisu, obiektu itp.
- Asynchroniczne sygnały

Wiadomości niskopoziomowo cd.

Coś takiego:

```
Message message = new Message("/remote/object/path", "MethodName", arg1, arg2);
Connection connection = getBusConnection();
connection.send(message);
Message reply = connection.waitForReply(message);
if (reply.isError()) {

} else {
   Object returnValue = reply.getReturnValue();
}
```

System typów

Parę przykładów:

- aai - tablica tablic intów

System typów

Parę przykładów:

- aai - tablica tablic intów
- a(ss) - array structów z dwoma stringami

System typów

Parę przykładów:

- aai - tablica tablic intów
- a(ss) - array structów z dwoma stringami
- a{sd} - mapa klucz-string value-double

System typów

Parę przykładów:

- aai - tablica tablic intów
- a(ss) - array structów z dwoma stringami
- a{sd} - mapa klucz-string value-double
- v - variant, dynamiczny typ opakowany w klasę Variant

System typów

Parę przykładów:

- aai - tablica tablic intów
- a(ss) - array structów z dwoma stringami
- a{sd} - mapa klucz-string value-double
- v - variant, dynamiczny typ opakowany w klasę Variant
- a{sv} - mapa z wartościami o różnych typach

System typów

Parę przykładów:

- aai - tablica tablic intów
- a(ss) - array structów z dwoma stringami
- a{sd} - mapa klucz-string value-double
- v - variant, dynamiczny typ opakowany w klasę Variant
- a{sv} - mapa z wartościami o różnych typach
- Ale tak naprawdę wszystko jest variantem (enkapsulacja)

XML

```
<node>
    <interface name="org.meks.Logger">
        <method name="AddLog">
            <arg direction="in"  type="s" name="log_str" />
            <arg direction="out" type="s" />
        </method>
        <signal name="CountChange">
            <arg type="(ib)" name="count" />
        </signal>
        <property name="Upper" type="b" access="readwrite"/>
        <property name="LogCount" type="i" access="read" />
        <property name="LogFileName" type="s" access="readwrite"/>
    </interface>
</node>
```

Policy XML

Kontrola dostępu do serwisów, metod i sygnałów. Znajduje się w /etc/dbus-1/system.d lub /usr/share/dbus-1/system.d
Przykład: NetworkManager.conf

Narzędzia

- dbus-monitor - debugger do monitorowania wiadomości dbusa
- dbus-send - wysyłanie wiadomości do busy
- d-feet - graficzny debugger do sprawdzania serwisów i wysyłania wiadomości
- busctl - komenda do badania serwisów
- gdbus-codegen - generowanie kodu w C, biblioteka GDbus

Implementacje, Bindingi

Freedesktop.org oferuje implementacje i bindingi protokołu w D-Bus. Najciekawsze:

- libdbus - niskopoziomowe API w C, nie polecane do pisania prostych aplikacji
- GDbus - niezależna od libdbus implementacja d-bus w C
- pydbus - wysokopoziomowy wrapper w pythonie na podstawie GDbus
- zbus, DBus-Java i inne

Podsumowanie

- IPC służące do wykonywania metod i nasłuchiwania sygnałów serwisów
- Serwisy składające się z obiektów implementujących interfejsy z definicjami sygnałów, metod i właściwości(properties)
- Dobre do wymiany pojedynczych wiadomości
- Słabe do wymiany dużych danych
- Walidacja typów i autoryzacja dzięki security policy

Źródła

- https://dbus.freedesktop.org/doc/dbus-tutorial.html
- https://dbus.freedesktop.org/doc/dbus-specification.html
- https://www.freedesktop.org/wiki/IntroductionToDBus
- https://dbus.freedesktop.org/doc/dbus-python
- https://en.wikipedia.org/wiki/D-Bus
- https://news.ycombinator.com/item?id=8648437