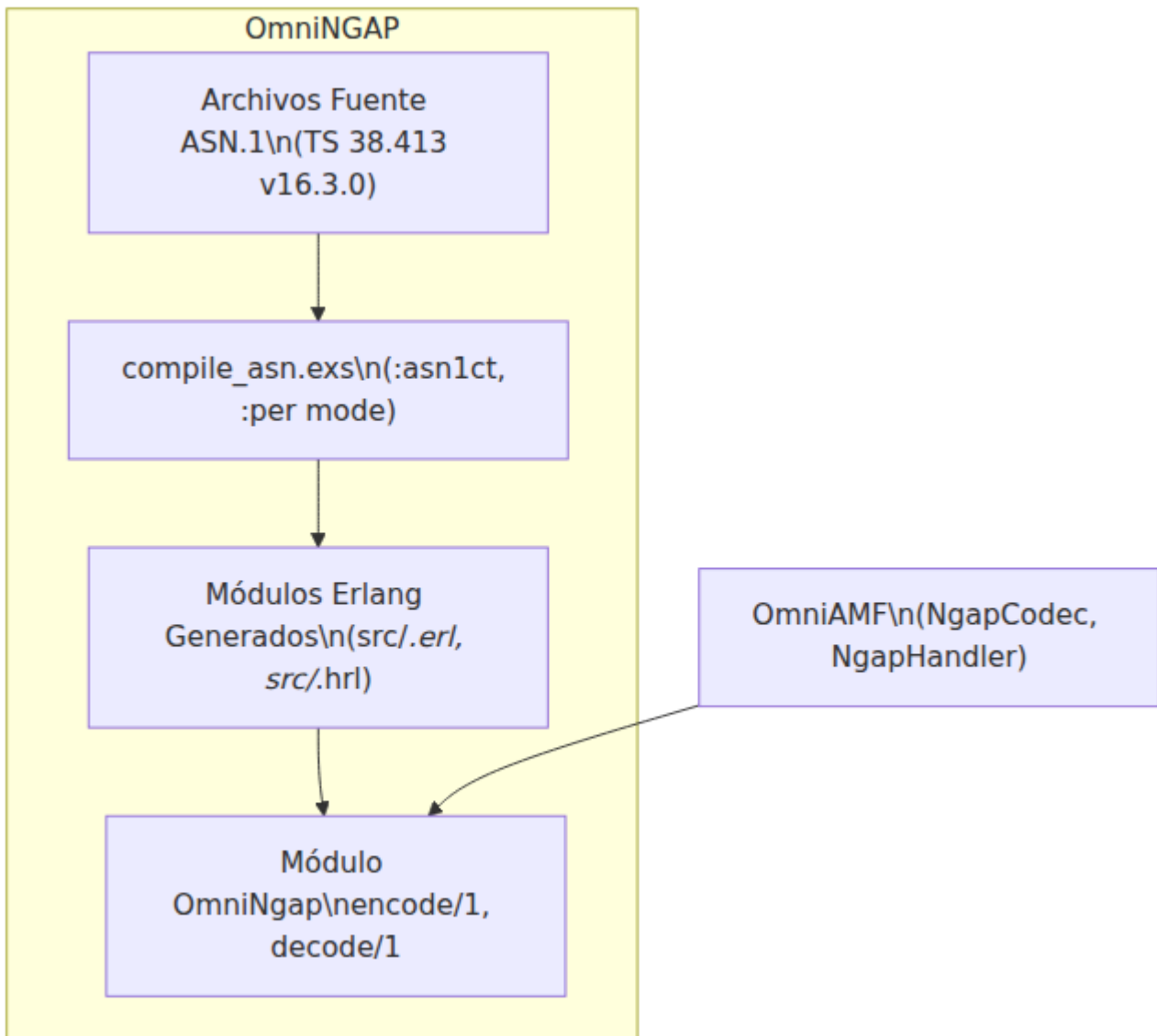


Operaciones de OmniNGAP

1. Descripción General del Componente

OmniNGAP es la biblioteca de códec ASN.1 de NGAP para el núcleo 5G de Omnitouch. Proporciona compilación ASN.1 en tiempo de compilación de las definiciones del protocolo NGAP de 3GPP TS 38.413 y expone funciones de codificación/decodificación para PDUs de NGAP utilizando codificación APER (Aligned PER). OmniNGAP es consumido como una dependencia por OmniAMF para toda la construcción y análisis de mensajes NGAP a través de la interfaz N2/SCTP.

OmniNGAP es una biblioteca, no un NF independiente. No tiene puntos finales de SBI, no registra en NRF y no tiene configuración en tiempo de ejecución. Todos los módulos ASN.1 se compilan una vez en el tiempo de construcción utilizando el compilador `:asn1ct` de Erlang.



Enfoque de Compilación Única

La compilación ASN.1 se realiza mediante `compile_asn.exs` durante la fase de compilación de Mix. El script:

1. Lee archivos fuente `.asn1` del directorio `asn1/` en orden de dependencia.
2. Compila cada módulo utilizando `:asn1ct.compile/2` con modo `:per` (Aligned PER, como se requiere en TS 38.413).
3. Genera archivos `.erl` y `.hrl` en `src/`.
4. Copia archivos `.hrl` a `include/` para proyectos dependientes utilizando `Record.extract(from_lib:)`.
5. Omite la recompilación cuando los archivos fuente no han cambiado (comparación de mtime).

6. Maneja sistemas de archivos de solo lectura (por ejemplo, Docker) volviendo a módulos precompilados.

Módulos ASN.1

Módulo	Descripción
NGAP-CommonDataTypes	Tipos base ASN.1 (Criticality, PresenceInformation, etc.)
NGAP-Containers	Tipos de contenedor NGAP (ProtocolIE-Container, ProtocolExtensionContainer)
NGAP-Constants	Constantes NGAP (códigos de procedimiento, IDs de IE, valores máximos)
NGAP-IEs	Elementos de Información NGAP (todas las definiciones de IE)
NGAP-PDU-Contents	Estructuras de contenido PDU de NGAP (InitiatingMessage, SuccessfulOutcome, etc.)
NGAP-PDU-Descriptions	Definición de tipo NGAP-PDU de nivel superior y despacho de procedimientos

2. Rol de 3GPP y Referencias de Especificaciones

Aspecto	Referencia
Definición del protocolo NGAP	TS 38.413
Transporte NGAP (SCTP)	TS 38.412
Codificación NGAP (Aligned PER)	TS 38.413 Sección 9, ITU-T X.691
Interfaz AMF / gNB (N2)	TS 23.501 Sección 8.2.5
Procedimientos NGAP	TS 38.413 Sección 8

3. Referencia de API

OmniNGAP expone dos funciones a través del módulo `OmniNgap`:

`OmniNgap.decode/1`

Decodifica un PDU NGAP binario (codificado en APER) en un registro ASN.1 de Erlang.

```
{:ok, ngap_pdu} = OmniNgap.decode(binary)
```

Devuelve `{:ok, record}` en caso de éxito o `{:error, reason}` en caso de fallo de decodificación.

`OmniNgap.encode/1`

Codifica un registro ASN.1 de Erlang en un PDU NGAP binario (codificado en APER).

```
{:ok, binary} = OmniNgap.encode(ngap_pdu_record)
```

Devuelve `{:ok, binary}` en caso de éxito o `{:error, reason}` en caso de fallo de codificación.

Acceso a Registros de Erlang

Los registros de IE de NGAP se pueden acceder desde Elixir utilizando

```
Record.extract/2:
```

```
require Record
Record.extract("NGAP-PDU", from_lib: "omni_ngap/include/NGAP-PDU-
Descriptions.hrl")
```

4. Construcción y Compilación

Requisitos Previos

- Erlang/OTP 27+ (proporciona la aplicación `:asn1` con el compilador `:asn1ct`)
- Elixir 1.17+

Pasos de Construcción

```
cd OmniNGAP
mix deps.get
mix compile
```

El alias `mix compile` ejecuta `compile_asn.exs` antes de la compilación estándar de Elixir. En la primera construcción, se compilan los seis módulos ASN.1. Construcciones posteriores omiten módulos que no han cambiado.

Uso de Dependencias

OmniAMF depende de OmniNGAP como una dependencia de ruta o git:

```
# En OmniAMF mix.exs
{:omni_ngap, git: "...", branch: "main"}
```

El módulo `NgapCodec` de OmniAMF utiliza los registros de Erlang generados y `OmniNgap.encode/1` para construir mensajes NGAP (NG Setup Response, Initial Context Setup Request, Handover Request, Paging, etc.).

5. Procedimientos NGAP Soportados

Los siguientes procedimientos NGAP son codificados/decodificados por OmniNGAP y utilizados por OmniAMF:

Código de Procedimiento	Nombre	Dirección	Uso
21	NGSetup	gNB -> AMF	Establecimiento de conexión g
14	InitialUEMessage	gNB -> AMF	Primer mensaje NAS desde UE
4	InitialContextSetup	AMF -> gNB	Aceptación de contexto de seguridad y registro
46	DownlinkNASTransport	AMF -> gNB	PDU's NAS a UE
47	UplinkNASTransport	gNB -> AMF	PDU's NAS desde UE
24	Paging	AMF -> gNB	Paginación de UE en modo inactivo
41	UEContextRelease	AMF -> gNB	Desmantelamiento del contexto de UE
1	HandoverPreparation	AMF -> gNB objetivo	Solicitud de transferencia
0	HandoverResourceAllocation	AMF -> gNB fuente	Comando de transferencia
25	PathSwitchRequest	gNB -> AMF / AMF -> gNB	Cambio de ruta de transferencia

Código de Procedimiento	Nombre	Dirección	Uso
29	PDU SessionResourceSetup	AMF -> gNB	Asignación de recursos de sesión PDU

6. Limitaciones Conocidas

ID	Área	Descripción
NGAP-1	Versión ASN.1	Los archivos fuente ASN.1 son de TS 38.413 v16.3.0 (Rel-16). Las versiones posteriores pueden agregar nuevos IEs o procedimientos no cubiertos por esta versión.
NGAP-2	Solo codificación	OmniNGAP proporciona codificación/decodificación en bruto. La construcción de mensajes (población de valores de IE, manejo de opcionalidad) es responsabilidad de la aplicación consumidora (OmniAMF NgapCodec).
NGAP-3	Sin configuración en tiempo de ejecución	OmniNGAP es una biblioteca de tiempo de compilación sin configuración o telemetría en tiempo de ejecución.

7. Solución de Problemas

La compilación ASN.1 falla

Verifique que Erlang/OTP incluya la aplicación `:asn1`. Ejecute `erl -eval 'application:ensure_all_started(asn1), halt().'` para verificar. Si la compilación falla con un módulo específico, verifique la salida de error de `:asn1ct.compile/2` para problemas de sintaxis en el archivo fuente `.asn1`.

Encode/decode devuelve `{:error, reason}`

El registro de entrada o el binario no se ajustan al esquema ASN.1 de NGAP.

Causas comunes:

1. Faltan IEs obligatorios en el registro pasado a `encode/1`.
2. Binario corrupto o truncado pasado a `decode/1`.
3. IEs con valores fuera de las restricciones definidas de ASN.1 (por ejemplo, entero fuera de rango).

Verifique la tupla de razón de error para el IE específico o la restricción que falló.

Sistema de archivos de solo lectura en Docker

El script `compile_asn.exs` detecta sistemas de archivos de solo lectura y vuelve a módulos precompilados en `src/` e `include/`. Asegúrese de que la imagen de Docker se construyó con un pase de compilación completo para que los archivos `src/*.erl` y `include/*.hrl` estén presentes.