

13. März 2022

Videokonferenzen mit WebRTC und Rust

Stefan Sydow, Rudi Floren und Dennis Kalbhen



Heute hier: Stefan, Rudi und Dennis

OpenTalk – Ausgründung aus der Heinlein-Support



Heute hier: Stefan, Rudi und Dennis

OpenTalk – Ausgründung aus der Heinlein-Support

Unsere DNA: Datenschutz und digitale Souveränität

Videotelefonie – sicher, datensparsam und transparent



Seit März 2020 Consulting und Hosting für Videokonferenzlösungen (Jitsi, BigBlueButton, Nextcloud)

Betrieb der Videoplattform für das Land B auf Basis von NC – bis heute durch intensive Zusammenarbeit mit NC ermöglicht

Jitsi-Einbindung in OX/mailbox.org

Klassenstärke mit 50 Teilnehmern

täglicher Betrieb unter Provideranforderungen

Laufendes Projekt im Freistaat Thüringen, OT-Betrieb steht bevor

Rahmenvertrag im wissenschaftlichen Umfeld gewonnen



Erfahrungen und Probleme

Infrastruktur im Business- und Behörden-Umfeld



sehr restriktive Netzwerke + Firewalls/WAF

Infrastruktur im Business- und Behörden-Umfeld



sehr restriktive Netzwerke + Firewalls/WAF

Proxyinfrastrukturen für HTTP/HTTPS zugeschnitten aka TCP only

extreme Abhängigkeit zu TURN-Servern

Infrastruktur im Business- und Behörden-Umfeld



sehr restriktive Netzwerke + Firewalls/WAF

Proxyinfrastrukturen für HTTP/HTTPS zugeschnitten aka TCP only

extreme Abhängigkeit zu TURN-Servern

Anbindungen/Bandbreiten optimiert für Office-Anwendungen

Infrastruktur im Business- und Behörden-Umfeld



sehr restriktive Netzwerke + Firewalls/WAF

Proxyinfrastrukturen für HTTP/HTTPS zugeschnitten aka TCP only

extreme Abhängigkeit zu TURN-Servern

Anbindungen/Bandbreiten optimiert für Office-Anwendungen

DSL3000, WLAN und massive Steinmauern

Infrastruktur im Business- und Behörden-Umfeld



sehr restriktive Netzwerke + Firewalls/WAF

Proxyinfrastrukturen für HTTP/HTTPS zugeschnitten aka TCP only

extreme Abhängigkeit zu TURN-Servern

Anbindungen/Bandbreiten optimiert für Office-Anwendungen

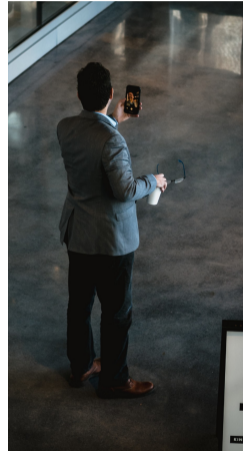
DSL3000, WLAN und massive Steinmauern

Problem liegt jedoch bei der Software

Endgeräte und Nutzer



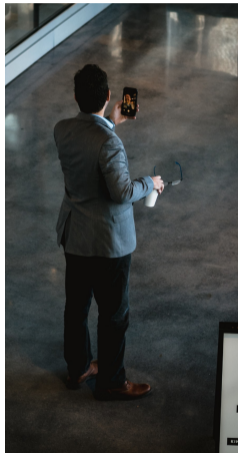
Laptops ohne Kamera / Mangel an Headsets



Endgeräte und Nutzer



Laptops ohne Kamera / Mangel an Headsets
10 Leute ohne Headset, alle Mikrophone an und
Audioausgabe über die Lautsprecher



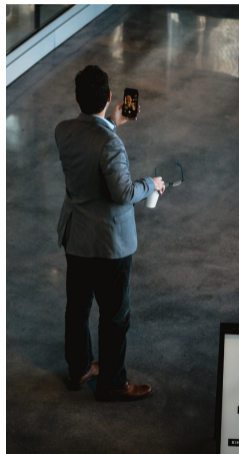
Endgeräte und Nutzer



Laptops ohne Kamera / Mangel an Headsets

10 Leute ohne Headset, alle Mikrophone an und
Audioausgabe über die Lautsprecher

wenig oder schwankende Bandbreite



Endgeräte und Nutzer

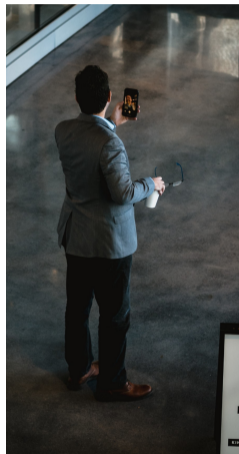


Laptops ohne Kamera / Mangel an Headsets

10 Leute ohne Headset, alle Mikrophone an und
Audioausgabe über die Lautsprecher

wenig oder schwankende Bandbreite

rechenintensive Videoverarbeitung (besonders bei
mangelnder Hardware-Unterstützung)



Anforderungen der Nutzer



Alle können gleichzeitig sprechen

Anforderungen der Nutzer



Alle können gleichzeitig sprechen

Etikette

Hintergrundgeräusche vermeiden

Verhalten bei technischen Störungen (z.B. erhöhtes Delay)

Anforderungen der Nutzer



Alle können gleichzeitig sprechen

Etikette

- Hintergrundgeräusche vermeiden

- Verhalten bei technischen Störungen (z.B. erhöhtes Delay)

gute Audio- und Videoqualität



Standards und Interop

Der WebRTC Standard



Peer-to-Peer Media-Streaming im Browser
– geringe Einstiegshürde



Der WebRTC Standard



Peer-to-Peer Media-Streaming im Browser
– geringe Einstiegshürde

Geschichte:

2010 / Google

2011 IETF Working Group

2021 Spezifikation: WebRTC 1.0



Der WebRTC Standard



Peer-to-Peer Media-Streaming im Browser
– geringe Einstiegshürde

Geschichte:

2010 / Google

2011 IETF Working Group

2021 Spezifikation: WebRTC 1.0

Umfang: Browser-API, Peer-to-Peer, gängige Protokolle
(Kombination aus SRTP, DTLS, SIP :::)



WebRTC Browser Implementierung



– weit fortgeschritten aber nicht abgeschlossen^{1,2}

stabil: Verbindungsaufbau, Audio- und Videoübertragung

beta: Diagnose- und Statistikfunktionen – Browser-spezifisch

experimentell: SVC-Codecs

Browser-Familien:

Chrome: Vorreiter (entwickeln libwebrtc)

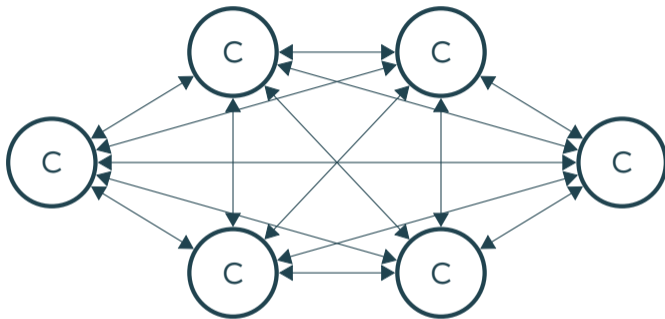
Firefox: Nutzt libwebrtc

Safari: Plattformfokus auf nativen Apps

¹Stand Nov. 2020: Pzzes=vwv{<i LSzP~4i Sbw.C4qz <OS^z CqbeCqCebqz sw.C4qz <Qe<CqCebqzi Pz\Y

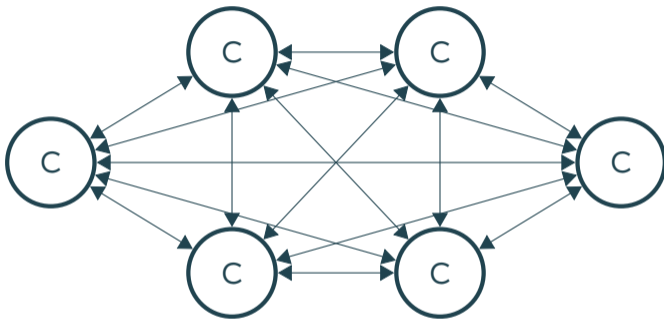
²Stand Heute: Pzzes=vwvzi H/SvqCs~YzswY-4CYE\ -szCq Y-4CYEctCqS\C^z-Y. -YSL^@ | Eqz<

Konferenztopologie – Warum nicht P2P?



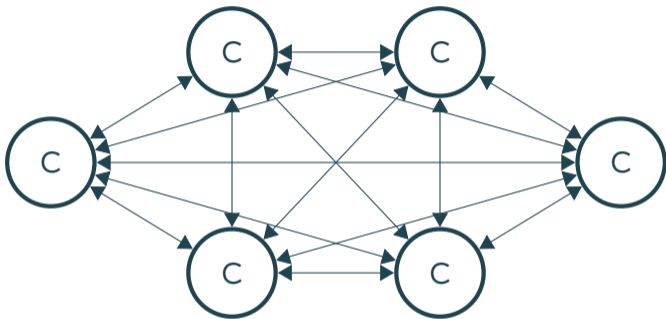
Jeder Teilnehmer sendet sein Video N -fach) Bandbreitenprobleme am Client

Konferenztopologie – Warum nicht P2P?



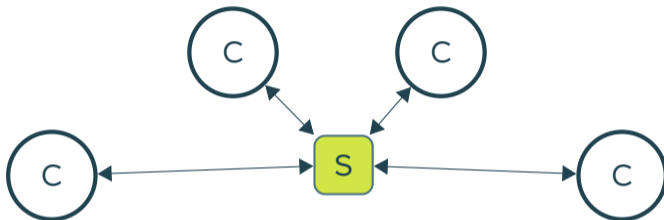
Jeder Teilnehmer sendet sein Video N-fach) Bandbreitenprobleme am Client
 N^2 Verbindungen bei N Teilnehmern) skaliert schlecht

Konferenztopologie – Warum nicht P2P?

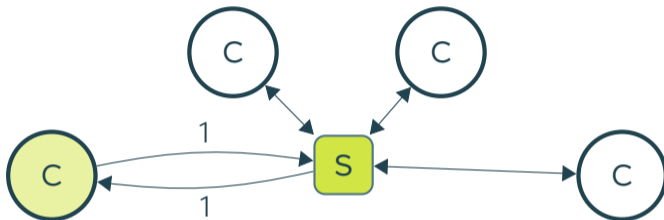


- Jeder Teilnehmer sendet sein Video N-fach) Bandbreitenprobleme am Client
- N^2 Verbindungen bei N Teilnehmern) skaliert schlecht
-) Zurück zur Sterntopologie

Zentraler Konferenzserver

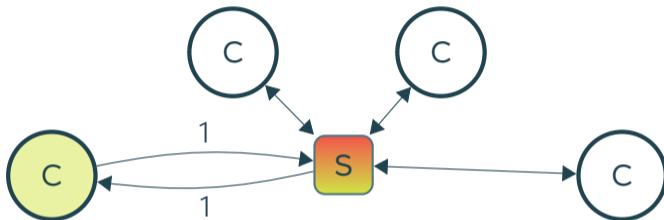


Zentraler Konferenzserver



Teilnehmer Media-Streams: 1 senden / 1 empfangen
) Multipoint Control Unit (MCU)

Zentraler Konferenzserver

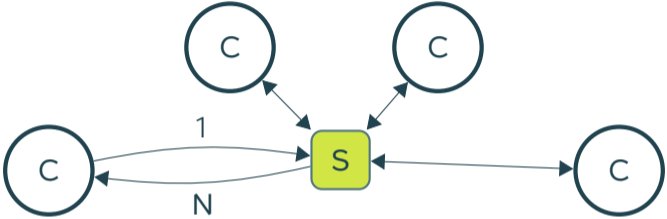


Teilnehmer Media-Streams: 1 senden / 1 empfangen

) Multipoint Control Unit (MCU)

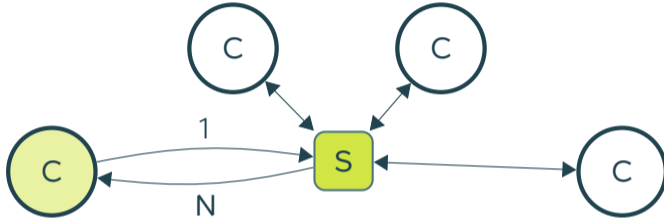
Videostreams umrechnen und zusammenfassen – rechenintensiv

Selective Forwarding Unit (SFU)



Teilnehmer Media-Streams: 1 senden / N empfangen

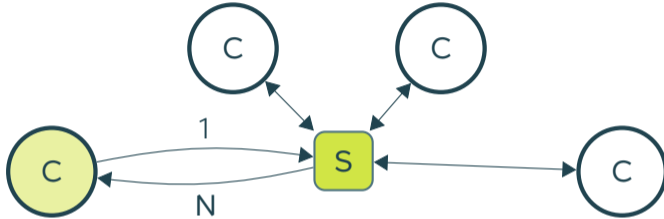
Selective Forwarding Unit (SFU)



Teilnehmer Media-Streams: 1 senden / N empfangen

Videostreams werden nicht umgerechnet – wenig rechenintensiv

Selective Forwarding Unit (SFU)

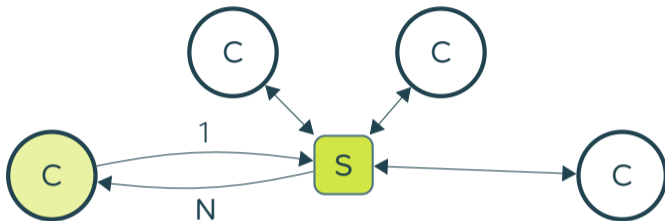


Teilnehmer Media-Streams: 1 senden / N empfangen

Videostreams werden nicht umgerechnet – wenig rechenintensiv

Clients wählen, welche Teilnehmer sie empfangen

Selective Forwarding Unit (SFU)



Teilnehmer Media-Streams: 1 senden / N empfangen

Videostreams werden nicht umgerechnet – wenig rechenintensiv

Clients wählen, welche Teilnehmer sie empfangen

-) Selective Forwarding Units (SFUs) gewinnen Ressourcen tradeoff

Bandbreite beim Empfänger



! Überschreiten der Bandbreite oder Rechenleistung – Qualitätsverlust

Bandbreite beim Empfänger



- ! Überschreiten der Bandbreite oder Rechenleistung – Qualitätsverlust
-) Video-Bandbreite/-Auflösung/FPS adaptiv senken

Bandbreite beim Empfänger



- ! Überschreiten der Bandbreite oder Rechenleistung – Qualitätsverlust
-) Video-Bandbreite/-Auflösung/FPS adaptiv senken
-) Simulcast: Sender erzeugt 3 Videosignale (low, medium, high); Empfänger wählt aus

Bandbreite beim Empfänger



- ! Überschreiten der Bandbreite oder Rechenleistung – Qualitätsverlust
 -) Video-Bandbreite/-Auflösung/FPS adaptiv senken
 -) Simulcast: Sender erzeugt 3 Videosignale (low, medium, high); Empfänger wählt aus
- zukünftig: Scalable Video Coding (SVC)
– Videocodecs die "optionale" Frames unterstützen (VP9 / AV1 / H265)

Konnektivitätseinschränkung



! Firewalls mit NAT / Proxy blockieren oft
UDP-Verbindungen



Konnektivitätseinschränkung



- ! Firewalls mit NAT / Proxy blockieren oft UDP-Verbindungen
- TURN Server als Relay für TCP & UDP \$ UDP



Konnektivitätseinschränkung



- ! Firewalls mit NAT / Proxy blockieren oft UDP-Verbindungen
- TURN Server als Relay für TCP & UDP \$ UDP
- Problem bei sehr restriktiven Firewalls



Konnektivitätseinschränkung



- ! Firewalls mit NAT / Proxy blockieren oft UDP-Verbindungen
- TURN Server als Relay für TCP & UDP \$ UDP
- Problem bei sehr restriktiven Firewalls
-) HTTPS ist i.d.R. offen – TURN-Server auf Port 443



Konnektivitätseinschränkung



! Firewalls mit NAT / Proxy blockieren oft UDP-Verbindungen

TURN Server als Relay für TCP & UDP \$ UDP

Problem bei sehr restriktiven Firewalls

) HTTPS ist i.d.R. offen – TURN-Server auf Port 443

Achtung: Open-Relay verhindern)

Autorisierung/Authentifizierung



Call-In – Telefonanbindung



ê a a o , ± q X % a % “ , ± ê ± ~ œ ± ... x ± ”

X % a % “ , ± % œ ± ã ê ™ a “ Û Æ x Ê œ ± % Ê Ê] ° “ % a ... x ± ê ~ ... œ ± ” ~ ê

v # q i % ~ v X x ... œ , ... % • ê ± ... O Æ , • % Ê Ê œ ± ” v % Å x œ Æ % ° % ± Ò Ê
Q Q Q ÷ ... , ā R v Q # a , Æ % ± Å Æ Å Q ± Ò Æ Å % ± , Æ % ± Ò Æ Å Q Q % Æ æ ÿ
i % ~ v X ¼ v x Ê Ò

ê a a o , ± q X % a % “ , ± ê ± ~ œ ± ... x ± ”

X % a % “ , ± % œ ± ã ê ™ a “ Û Æ x Ê œ ± % Ê Ê] ° “ % a ... x ± ê ~ ... œ ± ” ~ ê

) h , , O ^ Q , O Ñ % Æ Q , O o Ò , o i % ~ v X Æ œ ... ” %

v # q i % ~ v X x ... œ , , ... % • ê ± ... O Æ , • % Ê Ê œ ± ” v % Å x œ Æ % ° % ± Ò Ê
Q Q Q ÷ ... , ã R v Q # a , Æ % ± Æ Æ Q , Ò Æ ™ % Æ , Æ % ± Ò Æ Q Q Æ œ ÿ
i % ~ v X ¼ v x Ê Ò

ê a a o , ± q X % a % “ , ± ê ± ~ œ ± ... x ± ”

X % a % “ , ± % œ ± ã ê ™ a “ Û Æ x Ê œ ± % Ê Ê] ° “ % a ... x ± ê ~ ... œ ± ” ~ ê

) h , , O ^ Q , O Ñ % Æ Q , O o Ò , o i % ~ v X Æ œ ... ” %

V , ... % • Ê x ± ... O ê Ò % ± Ò %

h , , O S ° œ ± Q \$ Q , ... % Æ œ 7 R \$ Q

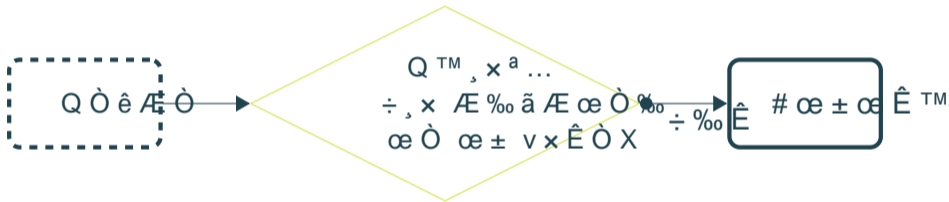
i % ~ v X S ° œ ± Q D Ñ x Ê x ± ... \$ Q

v # q i % ~ v X x ... œ , , ... % • ê ± ... O Æ , • % Ê Ê œ ± ” v % Å x œ Æ % ° % ± Ò Ê

Q Q Q ÷ ... , ã R v Q # a , Æ % ± Ñ Ñ Q , Ò Æ ™ % ± , Ñ % ± Ò Æ ° Q % Æ œ ÿ

i % ~ v X ¼ v x Ê Ò

$v \times \hat{E} \hat{O}$



$Q Q Q \div \dots, \hat{a} R \nu Q \#^a, \hat{E} \% \pm \hat{A} \hat{A} Q \pm \hat{O} \hat{E} \hat{O} \% \pm, \hat{A} \% \pm \hat{O} \hat{E} \hat{O} Q \% \pm \hat{E} \hat{O} \ddot{y}$
 $i \% \sim \nu X \quad \frac{3}{4} \nu \times \hat{E} \hat{O}$

$v \times \hat{E} \hat{O}$

$= , \dots \% \hat{E} \pm \% \hat{E} X , , ^a \text{œ} \pm " \frac{3}{4} = , \dots \% \hat{E} \pm \% \hat{O} \hat{O} \dots ^a \text{œ} \sim$

$v \times \hat{E} \hat{O}$

$$= \dots \mathcal{A} \pm \hat{E} X, \dots^a \text{œ} \pm \dots = \dots \mathcal{A} \pm Q \hat{O} \dots^a \text{œ} \sim$$
$$Q \tilde{\mathcal{A}} \text{œ} \cdot \text{TM} \mathcal{A} \hat{E} \text{œ} \cdot \text{TM} \mathcal{A} \text{TM} \text{œ} \hat{O} c \text{œ} \tilde{\mathcal{A}} \text{œ}^a \text{œ} \circ X \text{œ} \circ d \text{TM} \hat{E} \text{œ} \cdot \text{TM}$$
$$> \sim \pm^a \hat{i} \times \text{œ} \hat{O} \dots \times \mathcal{A} \cdot \text{TM} X \div \tilde{\mathcal{A}} \pm$$

$v \times \hat{E} \hat{O}$

$$\begin{aligned} &= \dots \mathcal{A} \pm \hat{E} X, \dots^a \text{œ} \pm \dots^{\frac{3}{4}} = \dots \mathcal{A} \pm Q \hat{O} \dots^a \text{œ} \sim \\ &Q \tilde{\mathcal{A}} \text{œ} \cdot \text{TM} \mathcal{A} \hat{E} \text{œ} \cdot \text{TM} \mathcal{A} \text{TM} \text{œ} \hat{O} c \dots^{\circ} \tilde{\mathcal{A}} \text{œ}^a \text{œ} \circ X \text{œ}^{\circ} d \text{TM} \hat{E} \text{œ} \cdot \text{TM} \\ &> \dots \sim \dots^a \hat{i} \times \text{œ} \hat{o} \text{œ} \hat{O} \dots \times \mathcal{A} \cdot \text{TM} X \div \tilde{\mathcal{A}} \dots \pm \\ &\text{TM} Q \text{œ} \cdot \text{TM} \mathcal{A} \text{TM} \text{œ} \hat{O} \hat{a}, \pm \mathcal{A}, \hat{O}, \hat{o}, \dots^a \circ \circ \hat{e} \mathcal{A} \hat{E} \dots \mathcal{A} \pm \end{aligned}$$

$v \times \hat{E} \hat{O}$

$$\begin{aligned} &= \dots \mathcal{A} \pm \hat{E} X, \dots \mathcal{A} \pm Q \hat{O} \dots \mathcal{A} \sim \\ &Q \tilde{\mathcal{A}} \mathcal{O} \cdot \mathcal{A} \hat{E} \mathcal{O} \cdot \mathcal{A} \mathcal{O} \hat{O} c \quad \tilde{\mathcal{A}} \mathcal{O} \mathcal{O} X \mathcal{O} \mathcal{O} d \quad \mathcal{A} \hat{E} \mathcal{O} \cdot \mathcal{A} \\ &> \sim \pm \hat{i} \times \mathcal{O} \hat{O} \mathcal{O} \hat{O} \dots \times \mathcal{A} \cdot \mathcal{A} \tilde{\mathcal{A}} \pm \\ &\quad \mathcal{A} \mathcal{O} \cdot \mathcal{A} \mathcal{O} \hat{O} \hat{a}, \pm \mathcal{O} \mathcal{A}, \hat{O}, \hat{O}, \mathcal{O} \hat{O} \hat{E} \hat{E} \mathcal{O} \mathcal{A} \pm \\ &\quad \mathcal{O} \sim \mathcal{O}, \hat{O} \mathcal{O} \hat{O} \pm \dots \mathcal{A} \mathcal{O} \hat{O} \mathcal{O} \mathcal{A} \end{aligned}$$

$v \times \hat{E} \hat{O}$

$$\begin{aligned}
&= \dots \epsilon \mathcal{A} \pm \epsilon \hat{E} X, \quad \text{a } \epsilon \pm \text{ ” } \frac{3}{4} = \dots \epsilon \mathcal{A} \pm \epsilon Q \hat{O} \dots \text{ a } \epsilon \sim \\
&Q \tilde{A} \epsilon \bullet \text{TM } \epsilon \mathcal{A} \hat{E} \epsilon \bullet \text{TM } \epsilon \mathcal{A} \text{TM } \epsilon \epsilon \hat{O} c \quad \circ \tilde{A} \epsilon \text{ a } \epsilon \circ X \epsilon \circ \epsilon \text{ d } \text{TM } \hat{E} \epsilon \bullet \text{TM} \\
&> \epsilon \sim \epsilon \pm \text{ a } \hat{i} \times \text{ ” } \hat{o} \epsilon \epsilon \hat{O} \dots \times \mathcal{A} \bullet \text{TM } X \div \tilde{A} \epsilon \pm \\
&\quad \text{TM } Q \epsilon \bullet \text{TM } \epsilon \mathcal{A} \text{TM } \epsilon \epsilon \hat{O} \hat{a}, \pm \circ \mathcal{A} \epsilon, \hat{O}, \hat{o}, \text{ a } \text{ a } \circ \circ \hat{e} \mathcal{A} \hat{E} \epsilon \mathcal{A} \pm \\
&\quad \text{TM } \epsilon \sim \text{ a } \epsilon, \hat{O} \text{TM } \epsilon \hat{o} \epsilon \pm \dots \mathcal{A} \epsilon \epsilon \hat{O} \hat{O} \epsilon \mathcal{A} \\
&t \epsilon \pm \epsilon \$ \quad , \dots \epsilon \mathcal{A} v \times \pm \hat{O} \epsilon \circ \epsilon
\end{aligned}$$

v x Ê Ò

= , ... % Æ ± % Ê X , , a œ ± " ¾ = , ... % Æ ± % Q Ò ... a œ ~
 Q Ñ % œ • TM % Æ Ê œ • TM % Æ TM % œ Ò c ° Ñ œ a % o X œ ° % d TM Ê œ • TM
 > % ~ % ± a î x " œ " ô % œ Ò ... x Æ • TM X ÷ Ñ % ±
 TM Q œ • TM % Æ TM % œ Ò â , ± O Æ , Ò , ô , a a o O ê Æ Ê % Æ ±
 TM œ ~ a œ , Ò TM % ô % ± ... Æ œ Ò Ò % Æ
 t % œ ± % \$, ... % Æ v x ± Ò œ ° %
 TM " x Ò " % % œ " ± % Ò " Û Æ • TM Ò æ % œ Ò o t , ° ° x ± œ ô ê Ò œ , ±

Q Q Q ÷ ... , ā R v Q # a , Æ % ± Æ Æ Æ , Æ % ± Æ Æ Æ Æ , Æ % ± Æ Æ Æ Æ , Æ % ± Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ
 i % ~ v X ¾ v x Ê Ò

$v \times \hat{E} \hat{O}$

$$= , \dots \% \mathcal{A} \pm \% \hat{E} X , , ^a \text{œ} \pm " \frac{3}{4} = , \dots \% \mathcal{A} \pm \% Q \hat{O} \dots ^a \text{œ} \sim$$

$$Q \tilde{A} \% \text{œ} \bullet \text{TM} \% \mathcal{A} \hat{E} \text{œ} \bullet \text{TM} \% \mathcal{A} \text{TM} \% \text{œ} \hat{O} c \text{ } ^\circ \tilde{A} \text{œ} ^a \% o X \text{œ} ^\circ \% d \text{TM} \hat{E} \text{œ} \bullet \text{TM} \\ > \% \sim \% \pm ^a \hat{i} \times " \text{œ} " \hat{o} \% \text{œ} \hat{O} \dots \times \mathcal{A} \bullet \text{TM} X \div \tilde{A} \% \pm$$

$$\text{TM} Q \text{œ} \bullet \text{TM} \% \mathcal{A} \text{TM} \% \text{œ} \hat{O} \hat{a} , \pm O \mathcal{A} , \hat{O} , \hat{o} , ^a a o O \hat{e} \mathcal{A} \hat{E} \% \mathcal{A} \pm \\ \text{TM} \text{œ} \sim ^a \text{œ} , \hat{O} \text{TM} \% \hat{o} \% \pm \dots \mathcal{A} \text{œ} \hat{O} \hat{O} \% \mathcal{A}$$

$$t \% \text{œ} \pm \% \$, \dots \% \mathcal{A} v \times \pm \hat{O} \text{œ} ^\circ \%$$

$$\text{TM} " \times \hat{O} " \% \% \text{œ} " \pm \% \hat{O} " \hat{U} \mathcal{A} \bullet \text{TM} \hat{O} \text{œ} \% \text{œ} \hat{O} o t , ^\circ \circ \times \pm \text{œ} \hat{o} \hat{e} \hat{O} \text{œ} , \pm$$

$$\text{TM} D \tilde{A} \hat{O} \text{œ} ^\circ \hat{e} ^a \% " " \text{œ} \text{æ} \text{œ} \% \pm \text{æ} " \hat{U} \mathcal{A} 7 , \tilde{a} \times \pm \dots) \text{œ} " \text{TM} o 7 \% \hat{a} \% ^a \pm$$

$$) p \text{œ} \% ^a S v \times \hat{E} \hat{O} \hat{e} ^a \hat{E}) \hat{e} \times \tilde{A} \hat{O} \hat{E} \tilde{A} \mathcal{A} \hat{e} \bullet \text{TM} \%$$

Q #] Ê

v x Ê Ò i % ~ v X H ô , Ê ÷ Ê Ò % ° ± , • TM " x ± "

% œ ± œ " % O , Æ Ò œ % Æ x ± " % ± â , ± \$, , ... % Æ > , ... % { Q

o ± , • TM ± œ • TM Ò Ê , ± ... % Æ a œ • TM v x Ê Ò , ... œ ` , Ê Ò œ Ê • TM c

o h % Æ ~ % Ê Ê % Æ x ± " ° œ Ò Ò % a " Æ œ Ê Ò œ " œ ± x Ê Ê œ • TM

Q œ " ± ê a } Ê Q #] Ê Ò x ± ... D Ñ % ± o Q , x Æ • %

i % ~ v X , ° Ñ a % ° % ± Ò œ % Æ x ± " " " " Q x ± â , a a Ê Ò î ± ... œ "

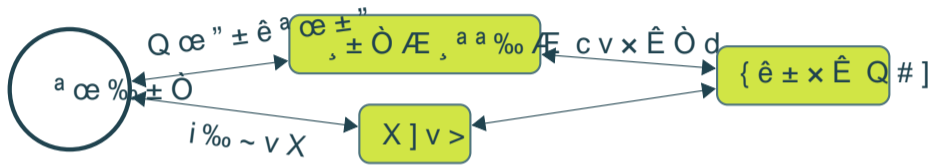
t , ° Ñ , ± % ± Ò % ± ± œ • TM Ò ê a Ê œ ~ a œ , Ò TM % ô % ± ± x Ò æ ~ ê Æ

O Æ , Ò , ô , a a , Ñ Ò œ ° œ % Æ x ± " ... x Æ • TM ~ ã % œ • TM x ± " % ± â ,

X 7 Q d

) Q • TM a % • TM Ò " Û Æ Æ , ã Ê % Æ Q x Ñ Ñ , Æ Ò

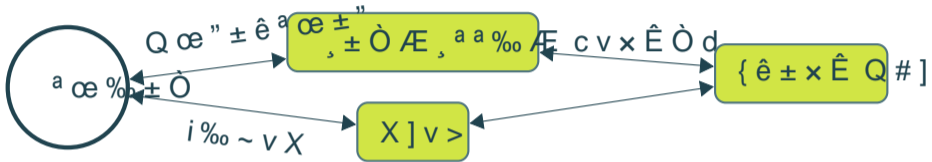
$v \times \hat{E} \rightarrow \{ \hat{e} \pm \times \hat{E} , \pm \hat{O} \% \} \text{ " } \mathcal{A} \hat{e} \hat{O} \mathcal{a} , \pm q = h O$



$\{ \hat{e} \pm \times \hat{E} Q \cdot \text{TM} \pm \mathcal{a} \hat{O} \hat{O} \hat{E} \hat{O} \% a a \% \pm S) X X O 7 , \pm \text{" } \tilde{A} , a a \mathcal{a} \pm \text{" } R i \% \sim Q , \bullet \hat{o}$

?iiTb,ff+` i2bXBQf+` i2bfb2`/2
 QQ Q ÷ ... , āR vQ # a , E % ± Æ Æ Q ± Ö Æ Æ % ± , Æ % ± Ö Æ Q Q % Æ œ ÿ
 i % ~ v X ¼ v × Ê Ò

$$v \times \hat{E} \Rightarrow \{ \hat{e} \pm \times \hat{E}, \pm \hat{O} \% \} \text{ } \mathbb{R} \hat{e} \hat{O} \hat{\alpha}, \pm q = h O$$

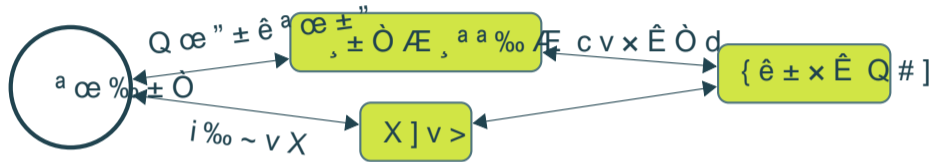


$\{ \hat{e} \pm \times \hat{E} Q \cdot \text{TM} \pm \hat{\alpha} \hat{O} \hat{E} \hat{O} \% a a \% \pm S) X X O 7, \pm \tilde{A}, a a \hat{\alpha} \pm \text{R} i \% \sim Q, \hat{\alpha} \mathbb{R} \hat{E} \hat{O} \% \mathbb{R} O \hat{E}, \hat{O}, \hat{O} \div \cdot \hat{A} \pm \hat{O} \cdot \hat{e} x \text{ " } \hat{i} \text{TM } \hat{\alpha} \text{ "}$

?iiTb,ff+` i2bXBQf+` i2bfb2`/2

$Q Q Q \div \dots, \tilde{a} R v Q \#^a, \mathbb{R} \% \pm \hat{A} \hat{A} \hat{O}, \hat{O} \hat{e} \text{TM} \% \hat{A}, \tilde{A} \% \pm \hat{O} \hat{e} \hat{O} Q \% \hat{E} \hat{\alpha} \hat{y}$
 $i \% \sim v X \quad \frac{1}{4} v \times \hat{E} \hat{O}$

$v \times \hat{E} \hat{O} \{ \hat{e} \pm \times \hat{E} , \pm \hat{O} \%_0 " \mathbb{A} \hat{e} \hat{O} \text{œ} , \pm q = h O$



$\{ \hat{e} \pm \times \hat{E} Q \cdot \text{TM} \pm \text{œ} \hat{O} \hat{O} \hat{E} \hat{O} \%_0 a a \%_0 \pm S) X X O 7 , \pm " \tilde{A} , a a \text{œ} \pm " R i \%_0 \sim Q , \cdot \hat{O}$
 $\mathbb{A} \hat{E} \hat{O} \%_0 \mathbb{A} O \mathbb{A} , \hat{O} , \hat{O} \div \cdot \tilde{A} \text{TM} \pm \hat{O} \cdot \text{ATM} \hat{e} \times " \hat{i} \text{TM} \text{œ} "$

$b 2 ` / 2 \%_0 \mathbb{A} a \%_0 \text{œ} \cdot \text{TM} \hat{O} \%_0 \mathbb{A} \hat{O} \%_0 \hat{O} \div \tilde{A} \hat{E} \text{œ} \cdot \text{TM} \%_0 \mathbb{A} \%_0 \%_0 O \wedge Q \%_0 \mathbb{A} \text{œ} \hat{e} a O$

) $X \div \tilde{A} \hat{E} \text{œ} \cdot \text{TM} \%_0 \mathbb{A} \%_0 Q \cdot \text{TM} \pm \text{œ} \hat{O} \hat{O} \hat{E} \hat{O} \%_0 a a \%_0 \text{œ} \times \mathbb{A} \{ \hat{e} \pm \times \hat{E} O ,$

?iiTb,ff+` i2bXBQf+` i2bfb2`/2

QQ Q ÷ ... , āR v Q # a , E %_0 ± A A Q ± O E TM %_0 ± , A %_0 ± O A Q Q %_0 E œ ÿ

i %_0 ~ v X ¼ v × Ê Ô

êªª o , ± q Q , O o i%~ v X Æ œ ... ” %

ô Ò x %ªª Q Ò ê ± ... S = œ Ê •™ x ± ” ê x Ê v x Ê Ò ° œ Ò \$ Q Ò Æ % ê ° % A

Q Q Q ÷ ... , ā R v Q #ª , Æ % ± Ä Ä Ä ± Ö Æ Æ % ± , Ą % ± Ò Ä ª Q % Exæ ÿ
i%~ v X ¼ v x Ê Ò

Q , O o i % ~ v X Æ œ ... ” % q , ± o % Ñ Ò ™

v x Ê Ò S Q , O t , ° ° x ± œ ô ê Ò œ , ± ¾ Q O Ñ ê Æ Ê œ ± ” ° œ Ò p t
% œ % œ ± ” % ™ % ± ... % ± ± Æ x “ % ± ã œ Æ ÷ ± ê ° œ Ê • ™ % œ ±
O œ Ñ %^a œ ± % ” % Ê Ò ê Æ Ò % Ò
v x Ê Ò^a œ % “ % Æ Ò Q , x ± ... “ œ^a % ê ± ... œ % \$ Q Ò Æ % ê ° % Æ O œ Æ
c { , ± Ò % Æ ê • Ò œ â % h , œ • % v % Ê Ñ , ± Ê % { d

ÿ ? ii T b , ff ; Bi ? m # X + Q K f F # H i f 2 x F
Q Q Q ÷ ... , ā R v Q #^a , Æ % ± Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ , Æ % ± Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ Æ
i % ~ v X ¾ v x Ê Ò

SIP-WebRTC Bridge – In-Depth



Rust: SIP Kommunikation & SDP parsing mit EZK⁶

Bei eingehenden Anrufen wird dynamisch eine GStreamer Pipeline gestartet

Rust liefert Soundfile an die GStreamer Pipeline aus
("Interactive Voice Response")

Anrufer gibt die Daten der Konferenz über sein Telefon ein

Rust: Kommuniziert mit Signaling und startet GStreamer
WebRTC Session

⁶ ~~Pzzes=wlSzP-4i <b\wM-Yzv@W~~



Web-Client basiert auf React
Zügiges Entwickeln



Web-Client basiert auf React

Zügiges Entwickeln

In Vorbereitung: Modularisierung / Client-Bibliotheken / eigene Web-Clients



Web-Client basiert auf React

Zügiges Entwickeln

In Vorbereitung: Modularisierung / Client-Bibliotheken / eigene Web-Clients

Überlegung: Auch Rust Client-Bibliotheken als WASM im Browser



Web-Client basiert auf React

Zügiges Entwickeln

In Vorbereitung: Modularisierung / Client-Bibliotheken / eigene Web-Clients

Überlegung: Auch Rust Client-Bibliotheken als WASM im Browser

Zukünftig: Desktop-Client mit Rust



Web-Client basiert auf React

Zügiges Entwickeln

In Vorbereitung: Modularisierung / Client-Bibliotheken / eigene Web-Clients

Überlegung: Auch Rust Client-Bibliotheken als WASM im Browser

Zukünftig: Desktop-Client mit Rust

! Reines, stabiles, gut nutzbares UI Framework in Rust ist noch nicht in Sicht



Web-Client basiert auf React

Zügiges Entwickeln

In Vorbereitung: Modularisierung / Client-Bibliotheken / eigene Web-Clients

Überlegung: Auch Rust Client-Bibliotheken als WASM im Browser

Zukünftig: Desktop-Client mit Rust

- ! Reines, stabiles, gut nutzbares UI Framework in Rust ist noch nicht in Sicht
- Ggf. Rust mit Qt, GTK, oder ähnlichem als Unterbau



Web-Client basiert auf React

Zügiges Entwickeln

In Vorbereitung: Modularisierung / Client-Bibliotheken / eigene Web-Clients

Überlegung: Auch Rust Client-Bibliotheken als WASM im Browser

Zukünftig: Desktop-Client mit Rust

- ! Reines, stabiles, gut nutzbares UI Framework in Rust ist noch nicht in Sicht
Ggf. Rust mit Qt, GTK, oder ähnlichem als Unterbau
-) Geplant: Bereitstellung von Rust Libraries die über FFI in beliebige Sprachen eingebunden werden können



Nebenziel: Rust Ökosystem Erweitern

- WebRTC crate

- SRTP crate

- DTLS crate

- ...

Open-Source



Nebenziel: Rust Ökosystem Erweitern

- WebRTC crate

- SRTP crate

- DTLS crate

- ...

Open-Source Veröffentlichung voraussichtlich im April

Lust auf WebRTC?



Mitstreiter:innen sind herzlich willkommen:

Interesse an offener Videokonferenz-Software?

– WebRTC im Browser oder im Backend

Erfahrung mit DevOps?

– k8s oder docker

) ~~\-SYzb=Ub4s2beC^z-YW/C~~~

) #opentalkmeeting:matrix.org