**ระบบส่งและรับสัญญาณเสียงแบบ Real-time ด้วย SRT**

**และ GStreamer บน Raspberry Pi**

**โครงสร้างระบบ**

[อุปกรณ์ส่ง]

Raspberry Pi (Sender) -> เสียงจากไมโครโฟน/USB Audio -> GStreamer Pipeline -> srt-live-transmit -> เครือข่าย

[อุปกรณ์รับ]

เครือข่าย -> srt-live-transmit -> GStreamer Pipeline -> เสียงออกลำโพง/Headphone

**อุปกรณ์ที่ต้องการ**

สำหรับทั้งสองเครื่อง

* Raspberry Pi 3B+ หรือใหม่กว่า (แนะนำ Pi 4 สำหรับประสิทธิภาพที่ดีกว่า)
* การ์ดเสียง USB (เช่น Behringer UCA202 หรือ Sabrent USB Audio)
* Raspberry Pi OS (64-bit เวอร์ชันล่าสุด)
* การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบมีสาย (แนะนำ)

**ขั้นตอนการติดตั้งและกำหนดค่า**

**1. ติดตั้งพื้นฐานทั้งสองเครื่อง**

# อัปเดตระบบ

sudo apt update && sudo apt upgrade -y

# ติดตั้ง dependencies

sudo apt install -y build-essential cmake git pkg-config libssl-dev \

gstreamer1.0-plugins-base gstreamer1.0-plugins-good \

gstreamer1.0-plugins-bad gstreamer1.0-plugins-ugly \

gstreamer1.0-libav gstreamer1.0-tools gstreamer1.0-alsa \

libgstreamer1.0-dev libgstreamer-plugins-base1.0-dev

**2. ติดตั้ง SRT ทั้งสองเครื่อง**

git clone https://github.com/Haivision/srt.git

cd srt

./configure --prefix=/usr/local

make -j$(nproc)

sudo make install

sudo ldconfig

**3. ตรวจสอบอุปกรณ์เสียงทั้งสองเครื่อง**

# ตรวจสอบอุปกรณ์เสียง

arecord -l

aplay -l

# ตั้งค่าอุปกรณ์เสียงเริ่มต้น (如果需要)

# แก้ไขไฟล์ /etc/asound.conf หรือ ~/.asoundrc

**การกำหนดค่าอุปกรณ์ส่ง (Sender)**

**1. สร้างสคริปต์ส่งสัญญาณ**

**สร้างไฟล์ sender.sh:**

#!/bin/bash

# กำหนดพารามิเตอร์

SRT\_TARGET\_IP="192.168.1.100" # เปลี่ยนเป็น IP ของเครื่องรับ

SRT\_PORT="12345"

AUDIO\_DEVICE="hw:1" # ตรวจสอบด้วยคำสั่ง arecord -l

LATENCY="250000" # หน่วย microseconds

# สร้าง GStreamer pipeline + SRT

gst-launch-1.0 -v \

alsasrc device=$AUDIO\_DEVICE ! \

audio/x-raw,format=S16LE,channels=2,rate=44100 ! \

queue ! \

audioconvert ! \

audioresample ! \

voaacenc bitrate=128000 ! \

mpegtsmux name=mux ! \

fdsink fd=1 | \

srt-live-transmit -v -b 1000000 -l $LATENCY \

"file://con" "srt://$SRT\_TARGET\_IP:$SRT\_PORT?mode=caller"

**2. ทำให้สคริปต์ทำงานได้**

chmod +x sender.sh

**3. เริ่มระบบส่งสัญญาณ**

./sender.sh

**การกำหนดค่าอุปกรณ์รับ (Receiver)**

**1. สร้างสคริปต์รับสัญญาณ**

**สร้างไฟล์ receiver.sh:**

#!/bin/bash

# กำหนดพารามิเตอร์

SRT\_PORT="12345"

AUDIO\_DEVICE="hw:1" # ตรวจสอบด้วยคำสั่ง aplay -l

LATENCY="250000" # ควรตรงกับค่าของเครื่องส่ง

# สร้าง pipeline รับสัญญาณ

srt-live-transmit -v -l $LATENCY \

"srt://:$SRT\_PORT?mode=listener" "file://con" | \

gst-launch-1.0 -v \

fdsrc fd=0 ! \

tsdemux name=demux ! \

queue ! \

aacparse ! \

avdec\_aac ! \

audioconvert ! \

audioresample ! \

alsasink device=$AUDIO\_DEVICE sync=false

**2. ทำให้สคริปต์ทำงานได้**

chmod +x receiver**.sh**

**3. เริ่มระบบรับสัญญาณ**

./receiver.sh

**การปรับแต่งเพิ่มเติม**

**1. ปรับค่า SRT สำหรับเครือข่ายไม่เสถียร**

**เพิ่มพารามิเตอร์เหล่านี้ใน srt-live-transmit:**

--maxbw 1000000 --pbkeylen 32 --mss 1316 --fc 10000 --rcvbuf 10000000 --sndbuf 10000000

2. ใช้ระบบบัฟเฟอร์ใน GStreamer

เพิ่ม queue ใน pipeline เพื่อป้องกันการหยุดชะงัก:

bash

Copy

queue max-size-buffers=0 max-size-bytes=0 max-size-time=2000000000

3. การตรวจสอบระบบ

ตรวจสอบการทำงานด้วยคำสั่ง:

bash

Copy

# ตรวจสอบ CPU

htop

# ตรวจสอบเครือข่าย

iftop -i eth0

# ตรวจสอบกระบวนการ

pgrep -l gst-launch

pgrep -l srt-live-transmit

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

1. ปัญหาเสียงขาดหาย:
   * เพิ่มค่า latency (-l parameter)
   * ตรวจสอบการใช้งาน CPU
   * ตรวจสอบความเสถียรของเครือข่าย
2. ปัญหาไม่พบอุปกรณ์เสียง:
   * ตรวจสอบด้วย arecord -l หรือ aplay -l
   * แก้ไขไฟล์ asound.conf หากจำเป็น
3. SRT connection failed:
   * ตรวจสอบ firewall (sudo ufw allow 12345)
   * ตรวจสอบว่า IP ถูกต้อง

การเริ่มต้นทำงานอัตโนมัติเมื่อบูตระบบ

สำหรับทั้งสองเครื่อง:

bash

Copy

# สร้าง systemd service

sudo nano /etc/systemd/system/srt-audio.service

เนื้อหาสำหรับเครื่องส่ง:

Copy

[Unit]

Description=SRT Audio Sender

After=network.target

[Service]

ExecStart=/home/pi/sender.sh

WorkingDirectory=/home/pi

User=pi

Restart=always

[Install]

WantedBy=multi-user.target

เนื้อหาสำหรับเครื่องรับ:

Copy

[Unit]

Description=SRT Audio Receiver

After=network.target

[Service]

ExecStart=/home/pi/receiver.sh

WorkingDirectory=/home/pi

User=pi

Restart=always

[Install]

WantedBy=multi-user.target

จากนั้น:

bash

Copy

sudo systemctl daemon-reload

sudo systemctl enable srt-audio.service

sudo systemctl start srt-audio.service

ระบบนี้จะให้การส่งสัญญาณเสียงคุณภาพดีด้วย latency ต่ำภายในเครือข่ายท้องถิ่น โดยสามารถปรับแต่งพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการทำงานจริงของคุณได้