



NNStreamer

LF AI & DATA



리눅스재단 오픈소스 On-Device AI 프레임워크 개발, 제품화 그리고 공개 협업

LF AI & Data, NNStreamer

함명주

Samsung Research



<https://github.com/nnstreamer>
<https://nnstreamer.ai>

CONTENTS



01 발표자 소개

02 NNStreamer (LF AI & Data Project) 소개

03 오픈 소스 시작과 확산

04 Take Away





1

발표자 소개



01

오픈소스 활동

- 2009. Linux kernel (2010 첫 upstream)
 - 2011.~ Linux "Devfreq" subsystem / founder & maintainer (power management)
 - 2012.~ Linux "Extcon" subsystem / founder & maintainer (peripheral device management)
- 2012. Tizen 1.0 released.
 - 2012-2014, Tizen "system domain" architect & "base domain" architect
- 2016. .NET Runtime Linux/ARM
- 2018. NNStreamer 시작 (founder / maintainer)
 - 2020. Linux Foundation AI & Data Project 선정
- 2019. Tizen "machine learning domain" architect
- 2019. NNTrainer 시작 (co-maintainer)
 - 2022. Linux Foundation AI & Data Project 지원 절차 진행 중.
- 그 외 rpm, libunwind, tensorflow, pipeviz, bssolv, libsolv, ...



01

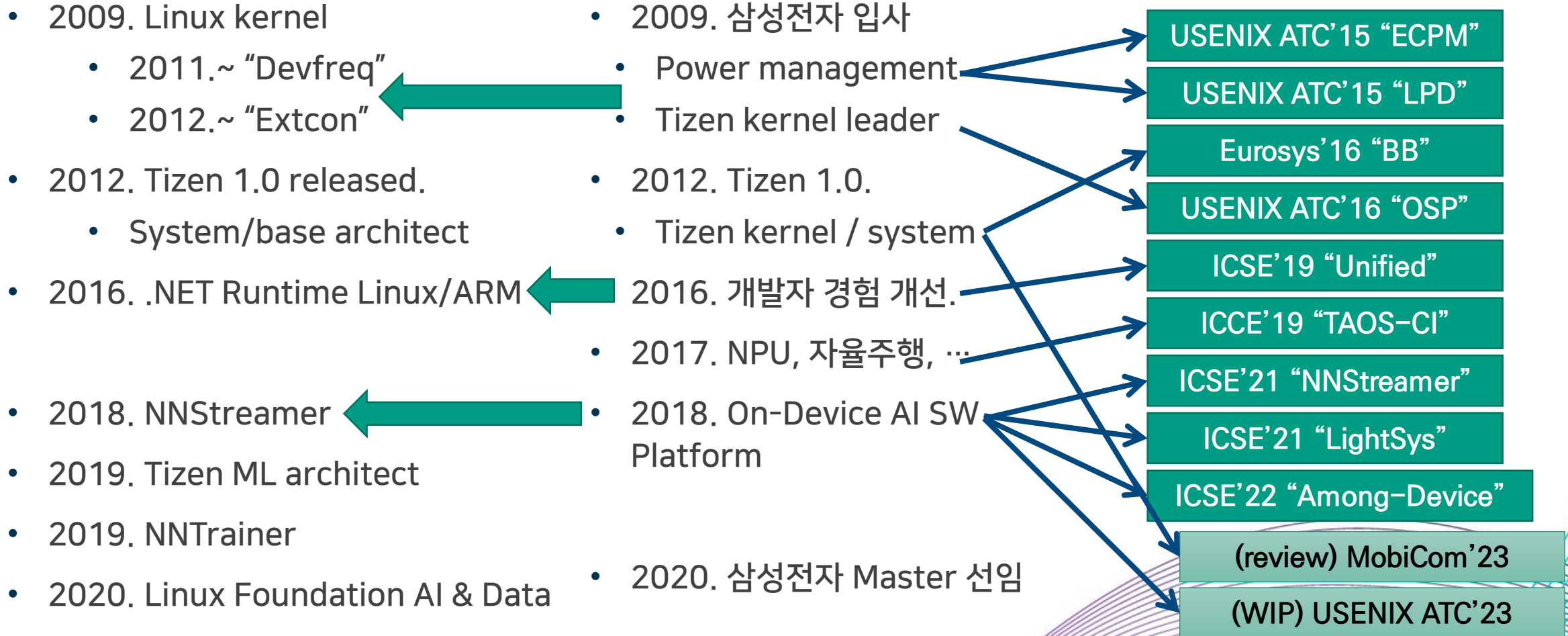
업무 → 오픈소스 활동 연결

- 2009. Linux kernel (2010 첫 upstream)
 - 2011.~ Linux "Devfreq" maintainer
 - 2012.~ Linux "Extcon" maintainer ←
- 2012. Tizen 1.0 released.
 - 2012-2014, Tizen system/base architect
- 2016. .NET Runtime Linux/ARM ←
- 2018. NNStreamer ←
- 2019. Tizen ML architect
- 2019. NNTrainer
- 2020. NNStreamer: Linux Foundation AI & Data
- 2009. 삼성전자 입사
 - Power management (mobile)
 - Tizen kernel part leader
- 2012. Tizen 1.0 released.
 - Tizen kernel part / system part leader
- 2016. 개발자 경험 개선. (App → Platform)
- 2017. NPU, 자율주행, ...
- 2018. On-Device AI SW Platform
- 2020. 삼성전자 Master 선임



01

업무 + 오픈소스 → 논문





2

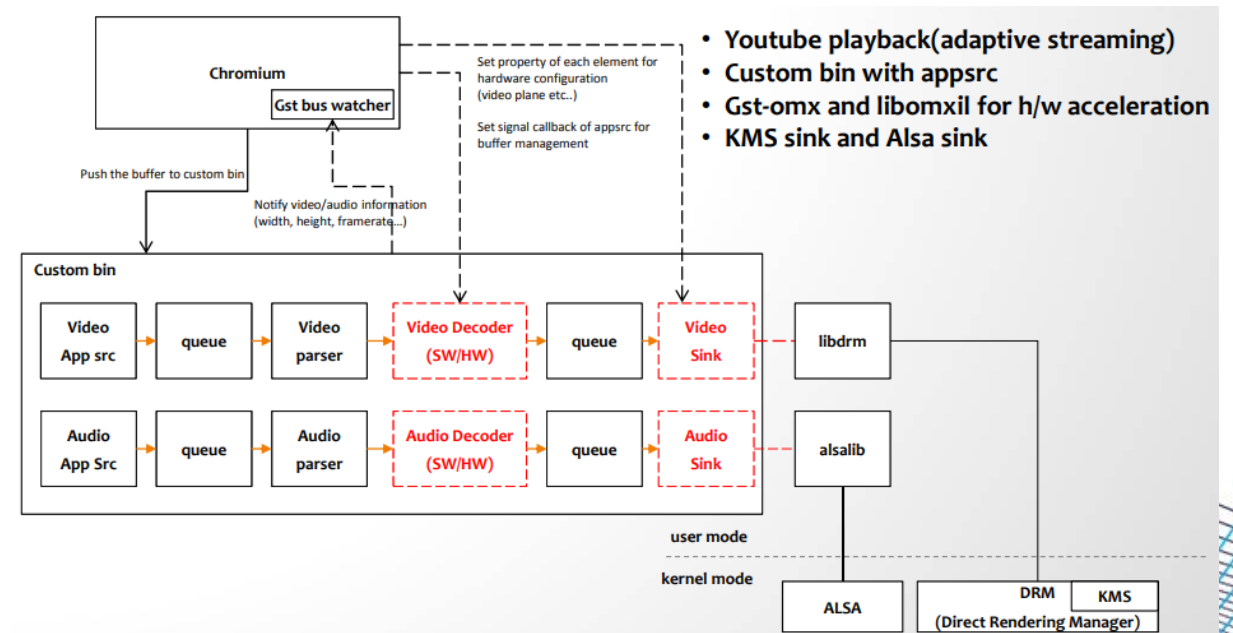
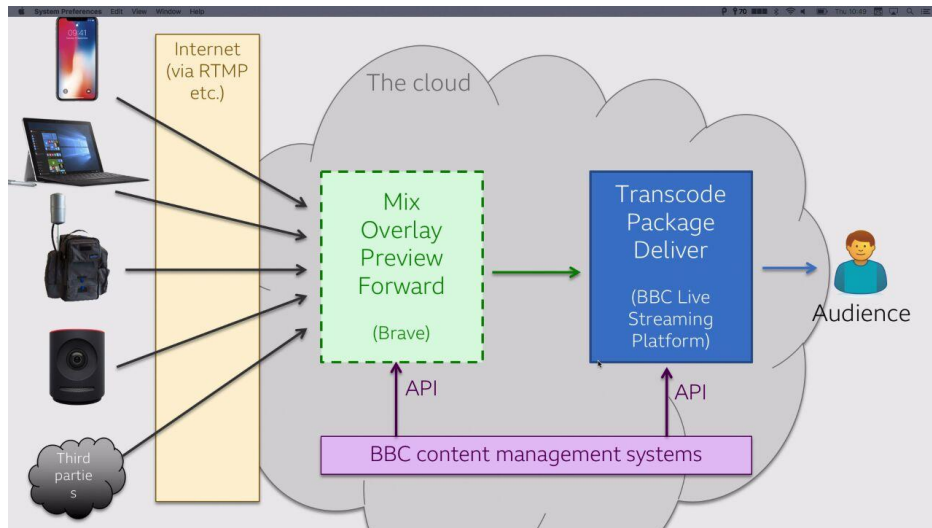
NNStreamer (LF AI & Data Project) 소개



2

NNStreamer = GStreamer NN plugins

- Gstreamer: Media 처리를 위한 Pipeline Framework
 - 수백개의 Media filter를 자유롭게 조합하여 pipeline 표현 및 실행
 - FFmpeg과 함께 가장 많이 쓰이는 Media framework
 - Gstreamer: TV (삼성, LG, ...), 방송국, 화상회의시스템, ...

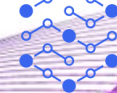


Gstreamer Conference 2018

(BBC) <https://gstconf.ubicast.tv/videos/gstreamer-for-cloud-based-live-video-handling/#slide>

(LG) [https://gstreamer.freedesktop.org/data/events/gstreamer-conference/2018/Jimmy%20Ohn%20-%20GStreamer%20pipeline%20on%20webOS%20OSE%20\(Lightning%20Talk\).pdf](https://gstreamer.freedesktop.org/data/events/gstreamer-conference/2018/Jimmy%20Ohn%20-%20GStreamer%20pipeline%20on%20webOS%20OSE%20(Lightning%20Talk).pdf)

Samsung Research

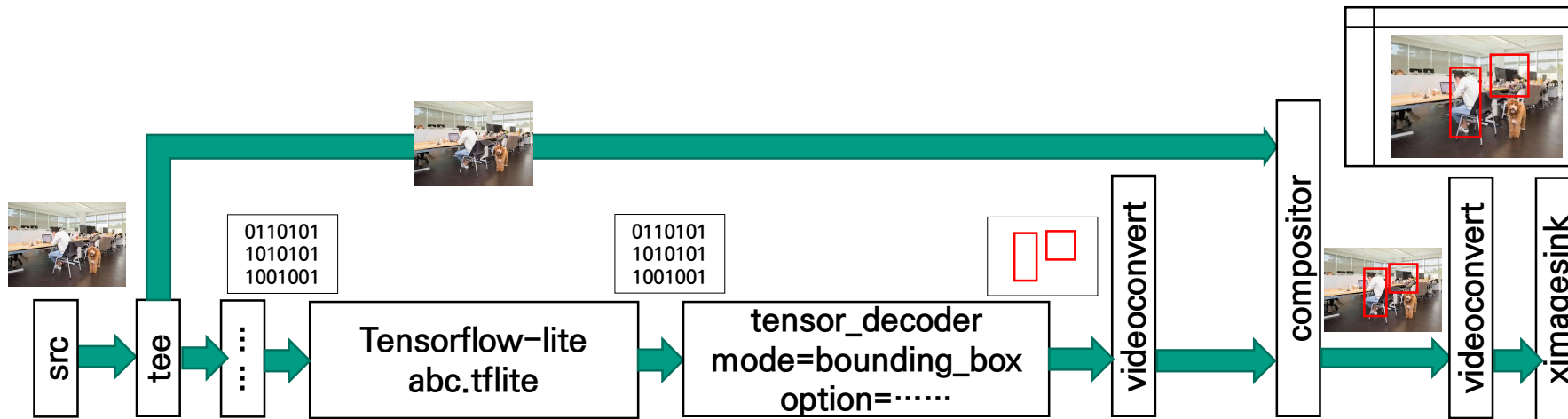


NNStreamer

<https://github.com/nstreamer>

2 Pipelined AI Example

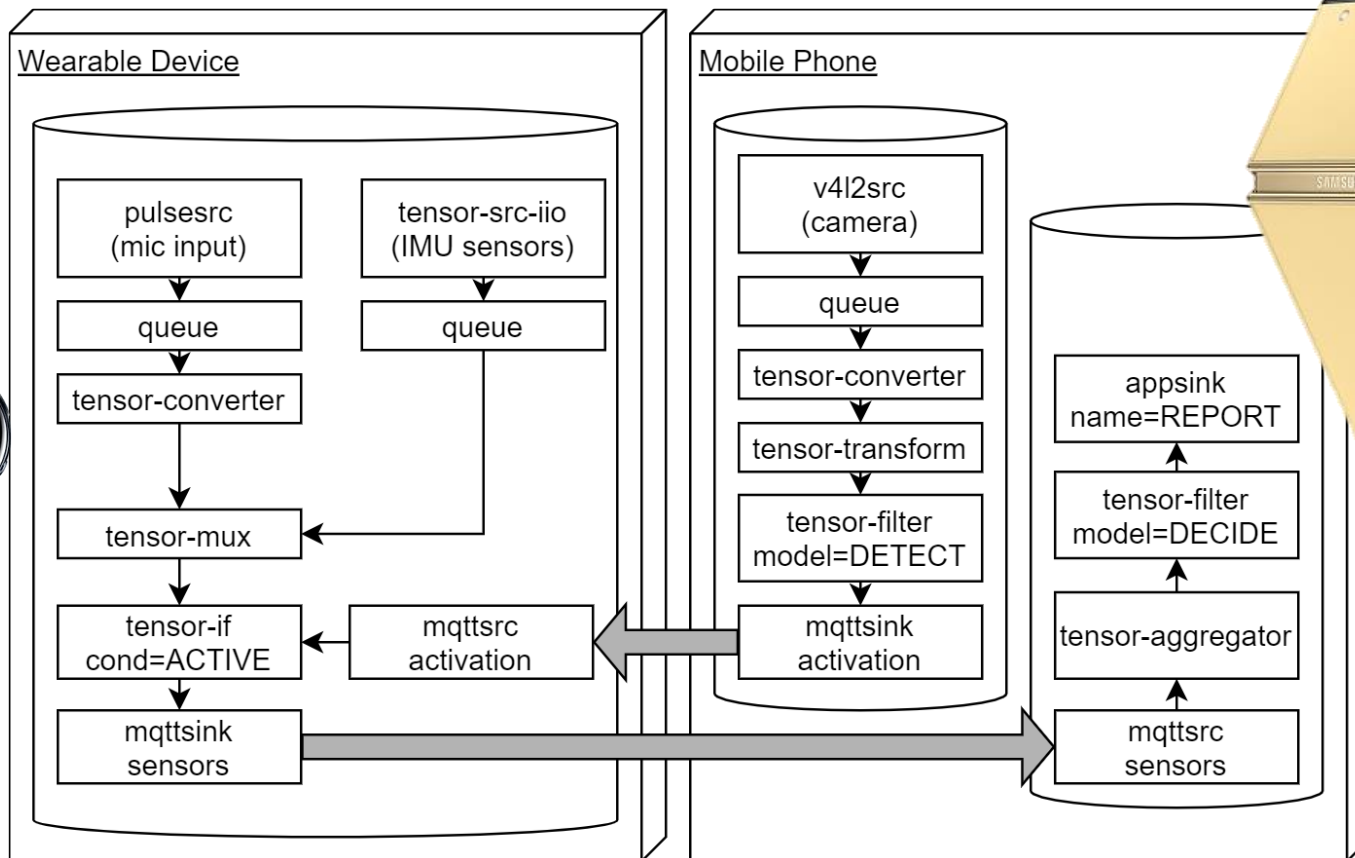
- Pipeline 형태로 실시간 AI System 만들기



```
Code: src ! tee name=t
      t. ! queue ! ... ! tensor_filter mode=tensorflow-lite model=abc.tflite
        ! tensor_decoder mode=bounding_box option=... ! videoconvert
        ! compositor name=c sink_0::zorder=2 sink_1::zorder=1
        ! videoconvert ! ximagesink
      t. ! queue ! c.
```

2

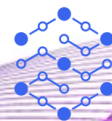
Pipelined Among-Device AI Example





AI Service를 Pipeline으로 표현하면...

- 각 부품을 Data 흐름 내의 Filter로 간주
 - 다른 부품 (신경망, 전/후 처리기, 흐름 제어, ...) 으로의 교환 및 편집이 쉽다. (hours → seconds)
- Pipeline Parallelism!
 - 병렬화 고민 끝!
- Gstreamer pipelin을 재사용하면...
 - 기존의 각종 Media 기능을 Filter 형태 그대로 재사용 한다.
 - OpenCV로 video stream 관리 코딩하기 vs Gstreamer filter 검색해서 이름만 달아주기
days → minutes (성능도 더 좋음. TV나 방송국에서 쓰는 더 성능 좋고 품질 좋은 media filter!)
 - 기존의 Media service 내에 신경망을 쉽게 추가.



2

NNStreamer Deployment

- 공식 릴리즈

- Tizen (upstream), Ubuntu (PPA), Yocto (upstream), Android, MacOS
- openSUSE, NXP, Freescale

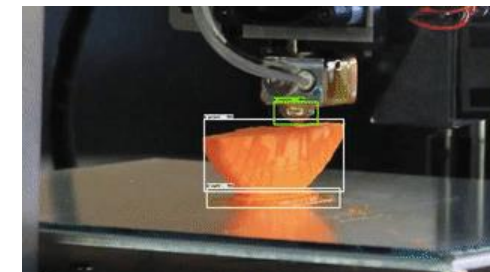
- 제품/서비스



- 삼성: Galaxy Watch, TV, Soundbar, Oven, 냉장고, 청소기,
- 공개 / 협업: FAINDERS.AI, NXP (ML SDK), Axelera.AI
KLLEON, PrintNanny.AI (Rust), EyeCloud/Openncc
- 비공개 / 개발자 구인: Dell/Pravega, Aivero, CloudLiveVR, Innobox,
Qualcomm, Samsara, 자동차 (H, F), 전자 (L), ...



(무인 매장 결재 자동화 / Finders.ai)



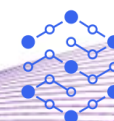
(3D Printer 관리 / Printnanny.ai)



(AI 처리 Edge 기기 + AI Service F/W 제공 / openncc.com)



(음성 및 영상 합성 / Klleon.io)





NNTrainer, On-Device AI Training

- 각 사용자 및 기기 별 AI 개인화를 위한 신경망 추가 학습 Framework
 - 기기 내 context, user data 기반 (추가) 학습.
 - Federated Learning을 위한 기기 내 학습
 - AI 개인화 Algorithm의 Framework 제공 (e.g., Few-shot learning, Continuous learning, ...)
 - 각 사용자 환경에 맞추어
 - a) 보다 높은 정확도 확보
 - b) 보다 빠른 인식 성능 확보
 - c) 사용자 별 Class 추가
- TF/TF-Lite/PyTorch 대비 1/4 이하 Overhead.
 - TF/PyTorch와 동등한 Accuracy & Training Feature
 - NNTrainer-Next (2023 Prototype) 에서 추가 1/n memory overhead 감소



2 NNTrainer Deployment

- 2023년도 제품 내 개인화 서비스

- Platform 지원

- Tizen
 - C-API, C#-API, Web API
- Android
 - C++ API w/ JNI interface
- Linux
 - C++ API
 - Ubuntu Launchpad PPA





3

오픈 소스 시작과 확산



3

회사에서 만든 SW 오픈소스로 공개 하기

- 관리자: “안됩니다.”
 - 오픈소스로 해서 회사가/관리자가 얻을 수 있는 것이 무엇인가?



- 외부 개발자들이 버그도 찾고 개발에도 참여해 줄 거예요.
- 라이선스 상 어차피 공개해야 합니다.

<http://scifi.stackexchange.com/questions/2013/which-episode-is-the-double-facepalm-image-macro-from>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nNSTreamer>

3

회사에서 만든 SW 오픈소스로 공개 하기

- 관리자: “안됩니다.”

- 오픈소스로 해서 회사가/관리자가 얻을 수 있는 것이 무엇인가?



- 외부 개발자들이 버그도 찾고 개발에도 참여해 줄 거예요.
- 라이선스 상 어차피 공개해야 합니다.
- 우리 회사 이미지도 좋아질 거예요.
- 우리 정도 되는 회사가 이정도 기여도 안하면 부끄럽지 않나요?
- 기술 주도권을 가져야 합니다.
(남들이 비슷한 거 오픈하면 다 빼앗겨요)

➔ 유명해진 다음의 이야기...

<http://scifi.stackexchange.com/questions/2013/which-episode-is-the-double-facepalm-image-macro-from>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nnstreamer>

3

회사에서 만든 SW 오픈소스로 공개 하기

- (개발자로서의) 내가 할 수 / 얻을 수 있는 것이 무엇인가?

부끄럽지 않은 코드: 지속 가능, 재사용성. 이식성. ...

다들 내 코드를 볼 수도 있다.

언제, 어느 시스템에서 내 코드를 쓰게 될지 모른다.

좀 더 철저해 지는 코드 리뷰와 테스트



Samsung Research



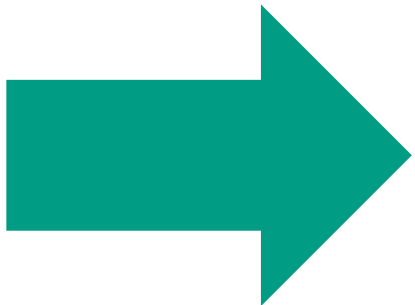
NNStreamer

<https://memes.com/m/X0m4w-wDW3Q>
<https://memes.com/m/8-BNPypp4w1>
<https://github.com/nnstreamer>

3

회사에서 만든 SW 오픈소스로 공개 하기

- (개발자로서의) 내가 할 수 / 얻을 수 있는 것이 무엇인가?



외부에서도 인정받을 수 있는 개발자

한번 만들면 여기저기서 쓸 수 있는
코드를 만드는 개발자

다른 개발자들과의 협업과
소통이 잘되는 개발자.

3

회사에서 만든 SW 오픈소스로 공개 하기

- 오픈소스로 해서 회사가/관리자가 얻을 수 있는 것이 무엇인가?



보다 경쟁력 있는 개발자

의욕적으로 “내 것”을 만드는 개발자

Retention & Developer-Relation

<http://scifi.stackexchange.com/questions/2013/which-episode-is-the-double-facepalm-image-macro-from>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nNSTreamer>



3 회사에서 만든 SW 오픈소스로 공개 하기

- 오픈소스로 해서 회사가/관리자가 얻을 수 있는 것이 무엇인가?



보다 경쟁력 있는 개발자

의욕적으로 “내 것”을 만드는 개발자

Retention & Developer-Relation

* NNStreamer/NNTrainer 오픈소스
과제를 보고 입사한 개발자 다수

* NNStreamer/NNTrainer 오픈소스 를 하여 Reputation을 쌓아 이직한 분도...

<http://scifi.stackexchange.com/questions/2013/which-episode-is-the-double-facepalm-image-macro-from>
<https://www.pinterest.co.kr/pin/290200769713214927/>
<https://tenor.com/view/picard-star-trek-star-trek-patrick-gif-6155177>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nnstreamer>

3

협업, 업무 효율화를 위한 오픈소스 공개



- 이거 써보세요.
 - 비슷한 거 자꾸 다시 만들지 맙시다.
 - 공통 기능은 공통 코드로...
 - 이게 더 좋은데 이거 써보세요...



<https://huggingface.co/spaces/stabilityai/stable-diffusion>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nstreamer>



바빠요... 나중이에요...

Are you too busy to improve?

No
thanks!

We are
too busy



Håkan Forss @hakanforss <http://hakanforss.wordpress.com>

This illustration is inspired by and in part derived from the work by Scott Simmerman, "The Square Wheels Guy" <http://www.performancemanagementcompany.com/>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nnstreamer>

3

바빠요... 나중이에요...

Are you too busy to improve?

No thanks!

We are too busy

Håkan Forss @hakanforss <http://hakanforss.wordpress.com>

This illustration is inspired by and in part derived from the work by Scott Simmerman, "The Square Wheels Guy" <http://www.performancemanagementcompany.com/>

- 나중에는 과제 종료하고 더 이상 릴리즈 안하는거 아니에요? Bugfix, Q&A도 안되고..
- 정말 서로 다른 환경에서 잘 돌 수 있게 잘 만든거 맞아요? (알아보기도 귀찮은데..)
 - 다음달에 출시라서 바빠요...
 - 아직 출시 한참 남은 Prototype이라 효율성 챙기기 싫어요...
 - 그냥 우리 부서 내에서 하게 놔두세요...
- 그런데, 다른 데는 이미 다 씁니다.
 - 타 조직, 타 사업부, ..., 다른 회사!
 - 그런데, 거긴 왜 안써요?



오픈소스로 공개 하기 / 삼성 리서치에서는

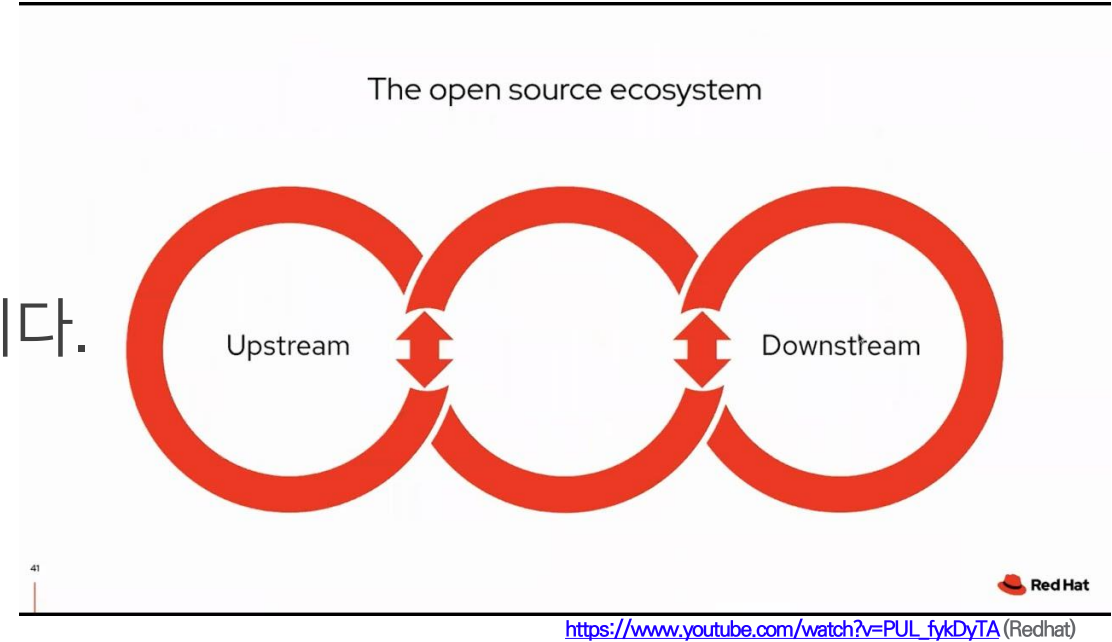
- “Open Source Group” 의 지원과 확립된 절차.
 - 오픈소스 사용
 - 오픈소스 기여 및 창립 지원
- 많은 오픈소스 기여 및 Founding 경험
 - Tizen 10 years
 - Linux kernel maintainers: 10+ years, 10+ maintainers ...
 - Linux Foundation. “Platinum member” since 2012.
- 보다 오픈소스에 적극적인 개발 문화



3

오픈소스로 공개 하기

- 할려면 제대로 하자...
 - 코드만 Github에 올려놓는다고 끝난 것이 아니다.
 - 코드 올려두는 것도 제대로 올려 두자.
 - 외부에서 사용/배포할 수 있도록 준비
 - 외부의 기여를 받을 준비 / 외부와 협업할 준비 (코드, 이슈, 계획, 토론, ...)
- + 보다 적극적인 코드 유지 관리 필요!



3

SW 오픈소스. 시작하고 나면..

- 악플보다 무서운 무플...
- 외부 개발자, 다른 회사들이
 - 사용 시험 해보기
 - 버그 리포트 / 기능 요청
 - 실제 제품/서비스에 탑재하여 보기
 - 코드 기여 해보기
 - 차기 기능, 구조 개선 제안 및 토론 참여

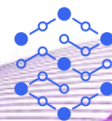


<https://huggingface.co/spaces/stabilityai/stable-diffusion>



SW 오픈소스. Community Build Up?

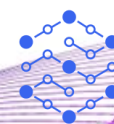
- 아직 저희도 잘 못하고 있고.. 잘 모르겠고.. 귀찮기도 하고...
- 회사 내/외 에서 홍보 활동
 - 여기저기 발표하러 다니기 + 논문으로도 내보기
 - OSS 행사 참여
 - 대학 연구소 / 수업/강의
 - 자체 Conference 개최



3

SW 오픈소스. Community Build Up?

	학술 / 대학	산업 Conf.	행사	외부의 첫 기여	In Samsung
2018		Gstreamer Conference SOSCON 네이버 TechTalk			4월. 착수 7월. 오픈소스 공개 8월. 첫 상품화 과제 착수 (소량 생산) TAOS-CI spin-off
2019	ICCE (TAOS-CI) 서울대 “창의적 통합설계” (19~22 지속) 한양대 콜로퀴움. SUNY-Korea 콜로퀴움 정보과학회	SDC 2019 SOSCON Meetup Korea SW Congress	NNStreamer Conference 2019 오픈소스 컨트리뷰톤	Lunit Kileon Collabora	Tizen 5.5 포함 NNTrainer spin-off
2020	ICSE Workshop (SER&IP) 정보과학회 Arxiv.org		오픈소스 컨트리뷰톤	현대 모비스 Naver	LF AI & Data 가입 첫 양산 생산 제품 출시: Galaxy Watch 3
2021	ICSE (nnstreamer / TAOS-CI)	SSDC 2021 SDC 2021 (nntrainer)	TSC #1	NXP FAINDERS.AI Vivint Smart Home 당근	외부 고객 상품화
2022	ICSE Arxiv.org (nntrainer)	SSDC 2022	NNStreamer Conference Seoul (4개 단체)		TV, Soundbar, F-Hub, 로봇청 소기, 공장,
2023	WIP		NNStreamer Conference Seoul (준비 중) TSC #2		첫 nntrainer 사용 대량생산 제 품 출시 예정.



3

SW 오픈소스. Community Build Up?

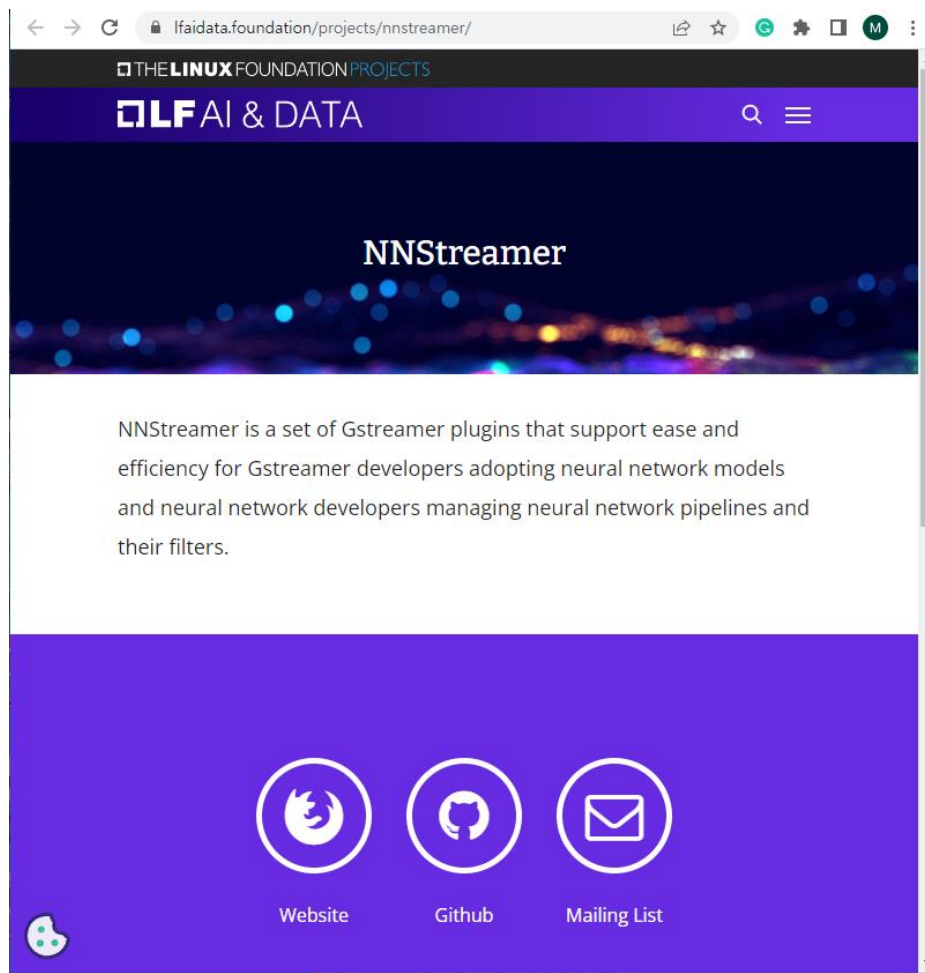
- 쓰시면 쓰신다고 이야기만 해 주시면 좋은데.....
 - "nnstreamer 개발자 구합니다.": H, Qualcomm, Samsara, Innobox
 - "nnstreamer로 000 만들어요.": L
 - "nnstreamer 사용을 더 편하게 하기 위한 000 만들어요.": S
 - NNStreamer가 함께 배포되는 흔적이 그들의 코드에...: FreeScale, CloudLiveVR
- 모범사례
 - NXP Semiconductors
 - Fainders.AI "파인더스에이아이"
 - Klleon "클레온"
 - PrintNanny
 - EyeCloud/Openncc, Axelera





Linux Foundation AI & Data

- LF AI & Data



Samsung Research

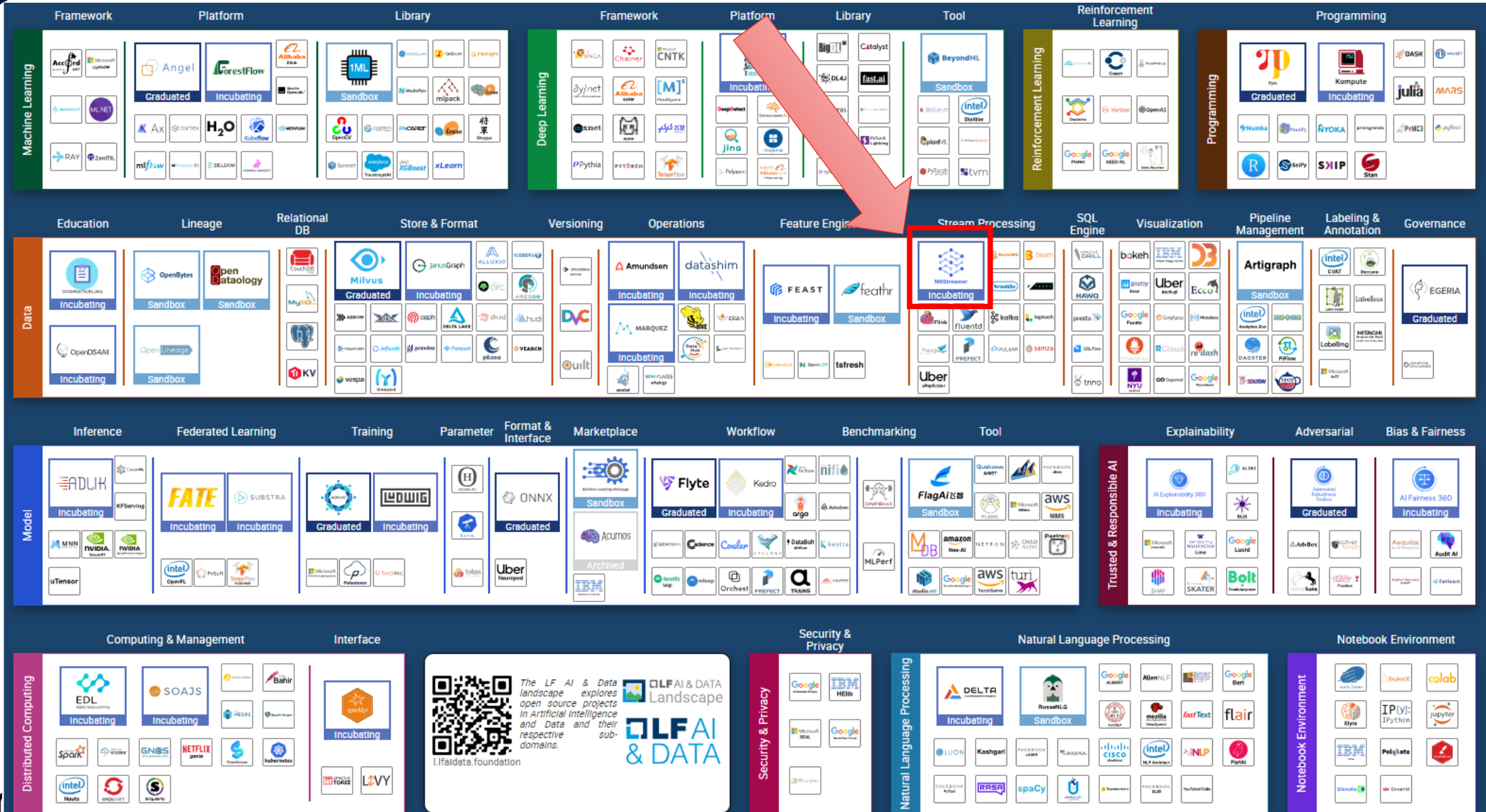


NNStreamer

<https://github.com/nnstreamer>



Linux Foundation AI & Data



The LF AI & Data landscape explores open source projects in Artificial Intelligence and Data and their respective sub-domains.

LF AI & DATA

l.faiandata.foundation



4 LF AI & Data 가 해줄 수 있는것

- **홍보!**

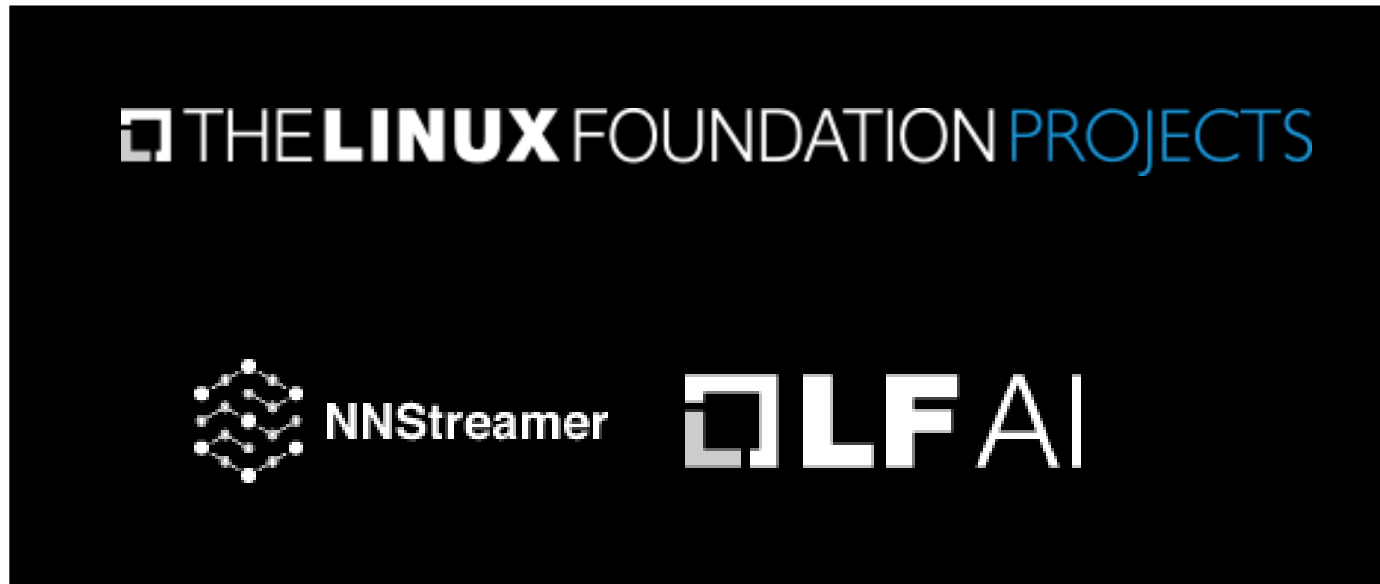
- Conferences (발표기회, Booth, ...)
- Social media
- Branding

- **Infra**

- Github, Slack, Cloud, CI/CD, Tools
- Wiki, Mailing lists, Web pages

- **Process**

- Code repo, communication, policies, ...
- 제대로 된 Open source의 필요조건에 대한 가이드와 강제.



4

LF AI & Data 과제가 되기 위해서...

• 준비할 일.

- License, Community 기여/운영 규칙 수립 (일반 참여 및 중립적인 지배 구조)
- 코드 품질, 보안 문제 규칙 수립
- SW 소유권 (+Trademark) 양도 (회사 → LF)
- 다른 LF 과제와의 연계/협업 가능성 조사
- LF와의 관계 형성. Best: LF 회원 가입

• 진행

- LF AI&Data 대표자 접촉
- LF AI&Data 회의 참석, 과제 소개
- LF AI&Data 과제 진행 계획서

LF Members - Platinum (14)





4

Take Away





LF AI & Data, “NNStreamer” & “NNTrainer”

- AI 실행 파이프라인 F/W, On-Device AI 학습/개인화 F/W
- 여러 회사의 제품/서비스에 탑재, 공동 개발 진행

SAMSUNG



FAI fainders.ai



klleon

LF AI & DATA



- 오픈 소스 협업 개발 → 코드 품질, 재사용성, 이식성, 확장성 향상 (+요구사항 선제 확보)
→ Silo 현상 완화 및 사내 협업 강화

Samsung Research

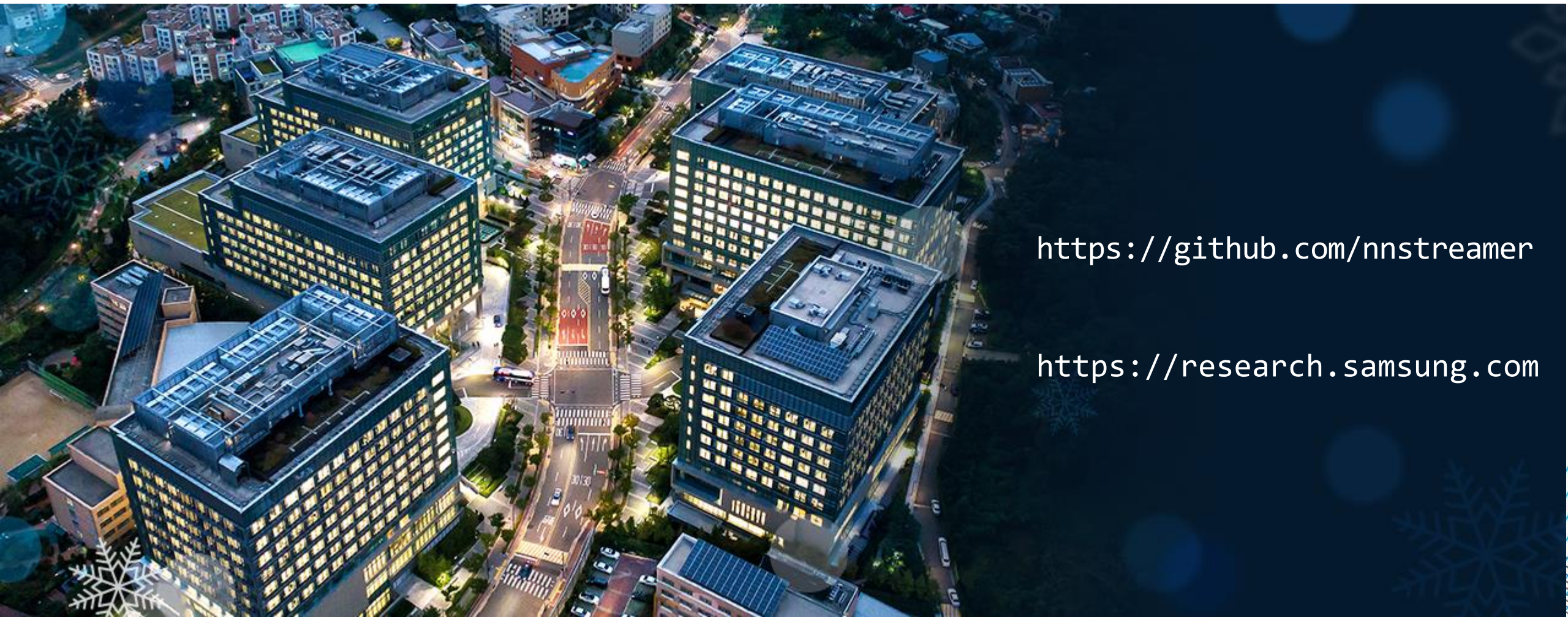


NNStreamer

<https://github.com/nstreamer>



같이 해보고 싶으신 분?



<https://github.com/nnstreamer>

<https://research.samsung.com>

Samsung Research



NNStreamer

<https://github.com/nnstreamer>

감사합니다

리눅스재단 오픈소스 On-Device AI 프레임워크
개발, 제품화 그리고 공개 협업

