

# Haskins 연구소의 최근 연구 동향

이승미(서울대 언어학과)

저는 1993년 9월부터 1994년 6월까지 약 10개월동안 미국 코네티컷주 뉴 헤이븐에 있는 Haskins 연구소(Haskins Laboratories 이하 Haskins Lab.)에서 공부할 기회가 있었습니다. 그 때 보고 들은 것을 토대로 Haskins Lab.에 대하여 간략히 소개해 볼까 합니다.

## 1. 지리적 위치 및 위상(status).

Haskins Lab.은 Yale 대학교가 있는 New Haven, Connecticut 에 자리잡고 있습니다. 설립당시에는 New York City에 있었으나 1970년대에 New Haven으로 옮겨 왔다고 합니다. New Haven은 미국 동부 해안에 있는 도시로서, 자동차나 기차로 Boston에서 3시간, New York에서 2시간, Philadelphia에서 5시간 정도 걸리는 곳입니다. Yale은 물론 Harvard, MIT, State University of New York, City University of New York, University of Connecticut, University of Pennsylvania, Temple University등 주변 대학의 교수 및 대학원생들이 part time 으로 연구활동을 하고 있습니다.

행정적으로는 Yale 대학 부속으로 되어있어 연구원 및 학생들의 본교 도서관 사용이 자유로운 점이나 E-Mail을 Yale network을 이용해 왔다는 점 (이것도 1994년 4월부터 독립적인 Haskins network 사용.), 그리고 보안을 Yale Police에서 담당해 준다는 점 등을 제외하고는 운영 및 재정은 완전히 독립되어 있는 사실 연구소의 성격이 강하다 하겠습니다. 소속되어 있는 교수급 연구진은 30여명 정도이지만, full time staff은 5명 내외이고 대다수는 위에 소개한 주변 대학의 교수들이 part time staff입니다. 그 외에 음성학 및 음운론, 언어 치료를 전공하는 대학원생들이 교통비 및 시간당 수당을 지원받으며 이들 교수들과 팀을 이루어 project작업을 중심으로 연구 활동을 하고 있습니다.

이들 외에는 행정 및 재정을 담당하는 비서들과 도서관의 사서, Hardware 및 Software 기술자가 각각 3명씩 상근하고 있어서, 기술적 문제들을 즉시 처리해 줍니다.

## 2. 연구 장비

Haskins Lab.은 지하 1층, 지상 2층의 아담한 건물인데, 1층은 연구원들의 연구실이 cubicle 형식으로 나뉘어 있고, 녹음실이 2개 있습니다. 2층에는 도서실 및 회의실이 있고, 지하실이 Lab.입니다.

Haskins Lab.의 Research Tools을 정리해 보면 다음과 같습니다.

### 1. Computer Systems

#### 1) Local Area VAX Cluster (LAVC)

- VAX 4000/500 central system
- Engineering workstations

#### 2) Microcomputer network (LAN)

- Macintoshes and PCs
- Printers and scanner

#### 3) On-site computers

### 2. Specilized Hardware

#### 1) Speech input/output devices

; Gradient

#### 2) Physiological input systems

- OX : FM tape to PSP
- Real time system (HART)
- Physiological transduction devices
- Magnetometer (EMMA)
- Misc. : eye-tracker, etc.

EMMA와 HART를 이용해 음성 및 생리적 signal을 모두 얻을 수 있으며, 이렇게 얻어진 input은 HEX라는 program을 이용해 VAX workstation으로 갑니다. A/D converting된 signal의 분석에는 HADES (Haskins Acoustic Data Engineering System) 이라는 software가 사용됩니다. HADES는 음향 및 조음 생리적 data를 모두 처리할 수 있는데, SPIEL이라는 language로 사용자가 program도 할 수 있습니다.

우리가 비교적 쉽게 얻을 수 있는 음성 신호 외에, 위에 소개한 Haskins의 장비를 이용해서 얻을 수 있는 조음생리적 신호에 대해 소개하면 다음과 같습니다.

#### \* Selspot system for movement tracking

- Tracks movements of infrared light emitting diodes (LEDs) in x- and y dimensions using a special camera.
- Signals are fed from the Selspot control unit to the input & offset control.

- Calibration is made by recording an LED being moved a known distance.
  
- \* Velotrace
  - The Velotrace is used to record movements of the velum. The device is introduced through the nose. An LED on the device is tracked using the Selspot system.
  - Standard Selspot producers are used for recording.
  
- \* Electropalatography
  - Records tongue-palatal contact patterns using an artificial palate with implanted electrodes.
  - The signal is preprocessed in a recording adaptor before recording. In addition, a special card has to be used in slot 15 of the Attenuation box with separate cables. If the tape recorder is used, it should operate in Wide Band mode and at a tape speed of 15 ips. If the EPG signal is input using HART, it should not be filtered before sampling.
  
- \* Transillumination
  - Records light passing through the glottis to obtain an estimate of variations in glottal area. Light is provided by a fiberscope positioned in the pharynx; the amount of light passing through the glottis is sensed by a transducer placed on the neck.
  - The signal from the transducer is preamplified and fed to the Input & offset control.
  - The signal cannot be calibrated on living subjects.
  - The preamplifier has DC and AC outputs. The former is used to record articulatory movements, while the latter is used for vibrations.
  
- \* Electroglottography
  - Measures modulations of current passing between electrodes placed on both sides of the larynx. The modulations are related to variations in vocal fold contact area.
  - The signal from the EGG unit is fed to the Input & offset control.
  - The EGG signal is usually high-pass filtered to remove DC variations and allow easy recording of vibratory characteristics.
  
- \* Air flow (Rothenberg mask)
  - Air flow is recorded through a mask with a wire mesh screen that provides a linear resistance to air flow. The flow signal can be inversely filtered to

obtain a representation of the glottal pulse.

- The signal is fed from the amplifier to the Input & offset control. The amplifier has a built-in inverse filter that can be bypassed.
- Calibration is made by passing a known airflow through the mask using a special calibration device (not very accurate). If the flow signal is to be integrated to give a measure of volume, using HADES, the calibration should be expressed in units per second.

\* Air Pressure

- Air pressure is recorded with a catheter-tip transducer that can be placed in the pharynx or in the mouth.
- The transducer is connected to a control unit that runs on a battery - check battery level before experiment. The signal is fed from the transducer control unit to the Input & offset control.
- Calibration is made by immersing the transducer into known depths of water.

\* Respiratory movements (Respirtrace)

- Changes in the diameter of the rib cage and abdomen are recorded using elastic bands wrapped around the subject.
- The signals are preprocessed in a control unit which provides separate signals of rib cage, abdomen, and the sum of these. The preprocessed signals are fed to the Input & offset control.
- Calibration should preferably be done with a spirometer. Recordings of lung volume using the Respirtrace should be done with utmost caution.

\* Accelerometer

- An Accelerometer provides an output signal that is proportional to the acceleration of the device. In speech research, accelerometers can be placed on the larynx to get a "clean" signal for F0 measurements, or on the nose to get a record that is purportedly related to "nasality".
- The accelerometer runs off a battery via a special-purpose connector. The signal from the accelerometer is first fed into a preamplifier and from there to the Input & offset control.

\* Perturbation system

- The perturbation system is used to apply mechanical loads to articulators during speech and examine the responses to the perturbations. It consists of a cage for restraining the subject, a torque motor to deliver the perturbation, and electronics to control load, onset, and duration of the perturbation.

- A program, PERT, is available that offers sophisticated control of perturbation experiments. Standard myoelectric, kinematic, aerodynamic, and acoustic parameters can be recorded in perturbation experiments.

그 외에 특기할 만한 것은, 대부분 먼 곳에서 통학을 해야 하기 때문에 간단히 숙식과 세면을 할 수 있는 시설이 갖추어져 있다는 것입니다. part-time staff들은 대개 일주일에 2-3일 정도 머물면서 실험을 합니다.

매주 목요일 점심 시간에는 전 staff이 모이는 연구 발표회가 있는데, 이 때 발표자는 외부에서 초빙되기도 하고 Haskins staff중의 한 사람이 되기도 합니다.

### 3. 최근 연구 동향

연구 장비에서 알 수 있듯이, Haskins Lab.의 주류는 조음-생리 음성학 및 언어 치료 분야라 할 수 있습니다. staff들의 전공도 주로 그쪽이며, Haskins Lab.에서 수행하는 project의 대부분을 NIH (National Institute of Health, 미국 국립 위생 연구소)에서 지원받는 것과는 상호 연관이 있습니다. 그리고, 일본 동경 대학의 RILP (Research Institute of Logopedics and Phoniatrics)에서 이비인후과 의사를 파견하여 3-4년동안 공동 연구를 하도록 하는 것에서도 알 수 있습니다.

Haskins Lab.의 최근 연구 동향 및 연구진을 간단히 소개하는 데 참고가 될 것 같아, staff들이 Acoustic Society of America의 Meeting에서 발표한 주제들을 모아봤습니다. 다음은 1994년과 1995년 여름, ASA 127차 및 129차 meeting의 poster session에서 발표된 것만을 모아본 것입니다. 제가 이것을 대표로 뽑은 까닭은, ASA의 poster session의 성격이 연구자들이 자신의 가장 최근 관심사를 부담없이 내놓을 수 있으면서도 권위있는 자리라고 생각했기 때문입니다.

"Tongue movement mechanism in different speaking rates,"(1994), Kiyoshi Oshima, Kiyoshi Honda, Seiji Niimi and Vincent Gracco.

"A case study into the aerodynamics of consonant production in running speech of children," (1994), Laura Koenig, Richard McGowan. [Work supported by NIH]

"Articulatory changes following spectral and temporal modification in auditory feedback," (1994), Vincent Gracco, Dorothy Ross, Joseph Kallinowski, and Andrew Stuart.

"Magnetic resonance imaging (MRI) in vocal tract research: Clinical application," (1994), Carol Gracco, Clarence Sasaki, Richard McGowan, Elizabeth Tierney and John Gore. [Work supported by NIH grant No.DC-00865, DC-01147, DC-00044, DE-00121]

"An articulatory study of segmental complexity in alveolopalatals and palatalized alveolars," (1994), Daniel Recasens and Joaquin Romero. [Work supported by NIH grant No.DC-00121. HD-01994]

"Phase resetting in speech. I. Repetitive utterances," (1994), Elliot Saltzman, Anders Lofqvist, Jeff Kinsella-Shaw, Phillip Rubin and Bruce Kay. [Work supported by NIH]

"Time-dependent oral articulator responses to jaw perturbation," (1994), Betty Kollia. [Work supported by NIH grant No. DC-00121, DC-00594]

"Is intra-articulator speech coarticulation planned?" (1995), David Ostry and Vincent Gracco. [Work supported by NIH grant DC-00594]

"Recovery of task-dynamic parameters with a mismatched articulatory model," (1995), Richard McGowan and Mindy Lee. [Work supported by NINDCD grant 01247]

"Influences of stop consonant voicing on tongue, lip, and jaw movement kinematics," (1995), Anders Lofqvist and Vincent Gracco. [Work supported by NIH grant]

"Articulatory activity and aerodynamics variation during voiceless consonant production," (1995), Laura Koenig, Anders Lofqvist, Vincent Gracco and Richard McGowan. [Work supported by NIH]

저는 그곳에 있는 동안 한국어의 장애음, 특히 파열음에 대하여 Transillumination 및 Rothenberg mask를 이용한 실험을 해서 "Aerodynamic and laryngeal study of Korean obstruents." 라는 제목으로 ASA 127차 meeting에서 간단히 발표하였습니다.