

三次元音場再現方式の概要

安藤彰男^{†1}

臨場感の高い音響を実現するために、さまざまな三次元音響システムが研究開発されている。これらは、2チャンネルステレオのチャンネル数を増やすことで高い臨場感の実現を目指すマルチチャンネル音響と、物理音響理論に基づいて音場の物理量の正確な再現を目指す音場再現システムに分類することができる。前者は、正確な音響物理量の再現よりも、聴こえてくる音の質（音色や音の方向性など）の再現を目指しており、このような意味で心理音響モデルに基づく再生方式とすることができる。心理音響モデルに基づく三次元音響再生方式の例として、22.2 マルチチャンネル音響が知られている。心理モデルに基づく方式では、音の方向性を制御するために、振幅パンニングが用いられる。これに対して、後者の物理音響モデルに基づく再生方式は、さらに、キルヒホッフ-ヘルムホルツの積分定理やレイリー積分などの回折理論に基づく方式と、波動方程式を極座標表現することによって得られる体球関数を用いて音場を表現する方式に大別できる。回折理論に基づく方式の代表例として Wave Field Synthesis (WFS)がある。WFS では、平面上あるいは直線上に配置されたスピーカアレイを用いて音場を再現する。一方、体球関数、もしくはその角度成分である球面調和関数を用いる方式の代表例として Higher-Order Ambisonics (HOA)が知られている。HOA では、受聴エリアを囲むように設置されたスピーカが用いられる。本講演では、これらの音場再現方式の理論的背景と最近の研究例を紹介するとともに、実用化への課題を検証する。

An overview of three-dimensional sound reproduction

AKIO ANDO^{†1}

Many three-dimensional sound reproduction methods have been proposed, which attempt to provide a sensation of reality to listeners. These methods are classified into two categories. The first category is a multichannel audio that is an extension of two-channel stereo to the system with more channels. The second category is based on the recreation of the physical properties of sound. The former methods aim at reproduction of hearing quality of sound, including sound timbre and sound localization, rather than the recreation of physical properties, implying that these methods are based on the psychoacoustic modeling of sound. The typical three-dimensional sound system of this category is a 22.2 multichannel sound system. In the multichannel audio, amplitude panning is used to control the sound direction. On the other hand, the latter methods are based on the physical modeling of sound. There are two physical models to support the latter category. One is the diffraction theory including Kirchhoff-Helmholtz integral theorem and Rayleigh integrals. An example of this method is a Wave Field Synthesis (WFS). The WFS uses a planar or linear loudspeaker array for sound reproduction. The other is the use of solid spherical harmonic function that is a solution of the wave equation in the polar coordinate expression, or the use of spherical harmonic function that is the angular component of the solid spherical harmonic function. An example of this method is so-called Higher-Order Ambisonics (HOA). The HOA uses loudspeakers surrounding the listening area. In this lecture, the theoretical background and the recent research results will be provided and the problems of practical use will be summarized.

^{†1} 日本放送協会 放送技術研究所
NHK Science and Technology Research Laboratories