

Zusammenfassung

Wellen an physikalischen Grenzflächen werden mit Dispersionsrelationen beschrieben, die Wellenzahlen beziehungsweise -längen und Wellenfrequenzen miteinander verknüpfen. Konkreter Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit sind Wellenfelder an der Grenzfläche Wasser-Luft. Das Ausbreitungsverhalten und damit die Dispersionsrelation von Wasseroberflächenwellen hängt unter anderem von den Parametern Wassertiefe und Oberflächenströmung ab. Diese Abhängigkeit wird in dieser Arbeit verwendet, um räumliche Karten der Wassertiefe und der Strömung aus optischen Bildfolgen der dynamischen Wasseroberfläche zu bestimmen. Die optischen Bildfolgen wurden mit einem Bilderfassungssystem, im wesentlichen bestehend aus CCD-Kamera, Computer und Beleuchtungseinheit, an hydraulischen Wellentanks aufgenommen. In hydraulischen Wellentanks, die im allgemeinen für wasserbauliche und ozeanographische Fragestellungen Verwendung finden, können Wellenfelder unter kontrollierten Bedingungen erzeugt werden. Im Rahmen der Arbeit wird ein Verfahren zur Bestimmung von Karten der hydrographischen Parameter Wassertiefe und Strömung eingeführt. Die optischen Bildfolgen werden von Bild in Weltkoordinaten überführt und im weiteren mit einer dreidimensionalen Fast Fourier Transformation in den spektralen dreidimensionalen Wellenzahl-Frequenz-Raum überführt. Im Wellenzahl-Frequenz-Raum wird eine Dekomposition des Wellenfeldes in einzelne Komponenten durchgeführt. Hierfür werden zwei Alternativkonzepte eingeführt: die Zerlegung in Dispersions-Frequenz-Richtungs-Bins und eine Zerlegung mittels einer signaladaptiven Gaborfilterbank. Die spektralen Einzelkomponenten werden mittels einer zweidimensionalen inversen Fast Fourier Transformation in Einkomponentenbilder überführt. Aufgrund der Zerlegung können nun für jedes der Einkomponentenbilder räumliche Karten von lokalen Wellenzahlenvektoren beziehungsweise -längen bestimmt werden. Für die lokale Wellenzahlbestimmung wird ein Regressionsverfahren verwendet. Die Komposition lokaler Wellenzahlen und gegebener Frequenzen ergibt lokale Spektren. Die Funktion der Dispersionsrelation für Wasserwellen wird zur Bestimmung der Wassertiefe und der Oberflächenströmung regressiv an das lokale Spektrum angepasst; Ergebnisse sind lokale Karten der Wassertiefe und der Strömungsvektoren. Das eingeführte Verfahren ist prinzipiell durch Anpassung oder Ersetzung der von Dispersionen für die Analyse von Wellenphänomenen an beliebigen dynamischen Grenzflächen erweiterbar.

Summary

The propagation of waves at physical interfaces are described by dispersion relations, concatenating wave frequencies and wavenumbers. In this thesis the concrete subject of interest is the air-water interface. The propagation and therefore the dispersion of water-surface waves are depending among others on the water depth and on the surface current. This dependency here is utilised to retrieve spatial maps of water depth and of surface current from optical image sequences of the dynamic water surface. For the acquisition of the image sequences a device essentially consisting of a Charged-Coupled-Device video camera, a personal computer and an illumination unit has been applied. Experiments have been performed in hydraulic wave tanks under controlled conditions; these tanks in general are used in regard to coastal engineering or oceanographic examinations. A method to determine local maps of the hydrographic parameters water depths and surface current is introduced within the scope of the present work. The optical image sequences are transformed from image coordinates to world coordinates and are subsequently transformed to the spectral threedimensional wavenumber-frequency domain by a threedimensional Fast Fourier Transformation. The wave field now is decomposed in the spectral domain. For this purpose two alternative decomposition method are introduced: a decomposition into dispersive direction-frequency bins and a decomposition utilising an adaptive Gaborfilter bank. The spectral single components are transformed back to the spatial domain by a twodimensional inverse Fast Fourier Transform yielding one-component images. From the one-component images local wavenumbers are retrieved by a regression method. The composition of local wavenumbers and given frequencies results in local spectra. By fitting the dispersion relation to these local spectra the local distribution of the hydrographic parameters water depth and surface current vector are determined. In principle, the introduced method is extensible to other dynamic interfaces by usage and adaption of their individual dispersion may resulting in a broad variety of determinable parameter maps.