



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI

Tesi di Laurea Specialistica

**ARRAY INTERPOLATION METHODS FOR
NON-UNIFORM MULTIBASELINE
SAR INTERFEROMETERS**

Relatori:

Prof. Ing. **Lucio VERRAZZANI**

Ing. **Fabrizio LOMBARDINI**

Prof. Ing. **Fulvio GINI**

Candidato:

Matteo PARDINI

ANNO ACCADEMICO 2005 – 2006

CONTENTS

SECTION 1.	
INTRODUCTION.....	1
SECTION 2.	
DATA MODEL AND PROBLEM STATEMENT.....	11
SECTION 3.	
INTERPOLATED ARRAY FOR INTERFEROMETRIC PHASE ESTIMATION.....	17
3.1. STANDARD INTERFEROMETRIC PHASE ESTIMATION.....	17
3.2. INTERPOLATED ARRAY APPROACHES: OVERVIEW.....	20
3.3. ARRAY INTERPOLATION METHODS.....	21
3.3.1. The deterministic interpolation.....	21
3.3.2. The statistical interpolation.....	24
3.3.3. Selection of the sector of interpolation and of the virtual array element number.....	31
3.4 INTERPOLATED NOISE WHITENING.....	37
3.5 INTERFEROMETRIC PHASE ESTIMATION.....	44
3.5.1. Root-MUSIC for interpolated arrays.....	44
3.5.2. Numerical analysis.....	46
A. SOI independent from the position of sources.....	50
B. SOI partially optimized.....	61
C. SOI fully optimized.....	69
3.5.3. Summary of the performance obtained.....	73
Appendix 3.A	
Complex statistical interpolator.....	75
Appendix 3.B	
Signal-to-Noise ratio of the interpolated data.....	77
Appendix 3.C	
Cramèr-Rao bound for NLAs.....	79

SECTION 4.	
ROBUST ARRAY INTERPOLATION.....	81
4.1. MODEL OF THE CALIBRATION ERROR.....	81
4.2. CALCULATION OF THE HYBRID CRAMÈR-RAO BOUND.....	84
4.3. DEGRADATION OF THE PHASE ESTIMATION PERFORMANCE IN PRESENCE OF ARRAY CALIBRATION ERRORS.....	92
4.4. ROBUST PHASE ESTIMATION.....	101
A. Deterministic approach.....	101
B. Statistical approach.....	103
4.5 PERFORMANCE ANALYSIS OF ROBUST INTERPOLATED METHODS.....	106
Appendix 4.A	
Derivation of equation (4.81).....	116
SECTION 5.	
CONCLUSIONS.....	117
REFERENCES.....	121

*La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente
ci sta aperto dinnanzi agli occhi (io dico l'Universo),
ma non si può intendere se prima non si impara
a intenderne la lingua, a conoscerne i caratteri,
e la lingua nella quale è scritto è quella matematica,
e i caratteri sono triangoli, cerchi ed altre figure geometriche.*

Galileo Galilei, 1564-1642

*Pulchra sunt quae videmus,
quae scimus pulchriora,
longe pulcherrima quae ignoramus.*

Niels Stensen (Niccolò Stenone), 1638-1696