

Blas笔记

Blas基本概念

Level 1	Vector operations, e.g. $y = \alpha x + y$
Level 2	Matrix-vector operations, e.g. $y = \alpha Ax + \beta y$
Level 3	Matrix-matrix operations, e.g. $C = \alpha AB + C$

DOT	scalar product, $x^T y$
AXPY	vector sum, $\alpha x + y$
MV	matrix-vector product, Ax
SV	matrix-vector solve, $inv(A)x$
MM	matrix-matrix product, AB
SM	matrix-matrix solve, $inv(A)B$

GE	general
GB	general band
SY	symmetric
SB	symmetric band
SP	symmetric packed
HE	hermitian
HB	hermitian band
HP	hermitian packed
TR	triangular
TB	triangular band
TP	triangular packed

S	single real
D	double real
C	single complex
Z	double complex

Blas Level1 (vector - vector)

asum

$$result = \sum_{i=1}^n (|Re(x_i)| + |Im(x_i)|)$$

axpy

$$y \leftarrow \alpha * x + y$$

其中：alpha是标量，x，y是向量

copy

$$y \leftarrow x$$

dot

$$result = \sum_{i=1}^n X_i Y_i$$

sdsdot

$$result = sb + \sum_{i=1}^n X_i Y_i$$

其中: sb是float32，x，y是double（float64）

dotc

$$result = \sum_{i=1}^n \overline{X_i} Y_i$$

其中：x，y是复数

dotu

$$result = \sum_{i=1}^n X_i Y_i$$

其中：x，y是复数

nrm2

欧几里得距离

$$result = \|x\|_2$$

补充：ℓp-norm距离

$$\|x\|_p = \left(\sum_{i=1}^n |x_i|^p \right)^{1/p}$$

rot

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \leftarrow \begin{bmatrix} c * x + s * y \\ -s * x + c * y \end{bmatrix}$$

rotg

$$\begin{bmatrix} c & s \\ -s & c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r \\ 0 \end{bmatrix}$$

rotm

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$$

rotmg

$$\begin{bmatrix} x1 \\ 0 \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} x1\sqrt{d1} \\ y1\sqrt{d2} \end{bmatrix}$$

scal

$$x \leftarrow alpha * x$$

swap

$$\begin{bmatrix} y \\ x \end{bmatrix} \leftarrow \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

iamax

返回向量中绝对值最大值的索引

iamin

返回向量中绝对值最小的索引

Blas Level2 (matrix - vector)

gbmv

$$y \leftarrow alpha * op(A) * x + beta * y$$

其中：A为带状矩阵

gemv

$$y \leftarrow alpha * op(A) * x + beta * y$$

其中：A为普通矩阵

ger

仅仅支持实数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^T + A$$

gerc

仅仅支持复数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^H + A$$

其中：H表示共轭转置

geru

仅仅支持复数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^T + A$$

hbmV

仅仅支持复数

$$y \leftarrow \alpha * A * x + \beta * y$$

其中：A是赫米特带状矩阵(Hermitian band matrix)

hemv

仅仅支持复数

$$y \leftarrow \alpha * A * x + \beta * y$$

其中：A是赫米特矩阵(Hermitian matrix)

$$A \text{ Hermitian} \iff a_{ij} = \overline{a_{ji}}$$

her

仅仅支持复数

$$A \leftarrow \alpha * x * x^H + A$$

其中：A是赫米特矩阵(Hermitian matrix)，H表示共轭转置

her2

仅仅支持复数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^H + \text{conjg}(\alpha) * y * x^H + A$$

其中：A是赫米特矩阵(Hermitian matrix)，H表示共轭转置

hpmv

仅仅支持复数

$$y \leftarrow \alpha * A * x + \beta * y$$

其中：A是赫米特包装矩阵（Hermitian packed matrix）

包装格式一般是为了节省内存，比如说：

UPLO	Triangular matrix *A*	Packed storage in array AP
'U'	$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ & & a_{33} & a_{34} \\ & & & a_{44} \end{pmatrix}$	$a_{11} \quad \underbrace{a_{12} \ a_{22}} \quad \underbrace{a_{13} \ a_{23} \ a_{33}} \quad \underbrace{a_{14} \ a_{24} \ a_{34} \ a_{44}}$
'L'	$\begin{pmatrix} a_{11} & & & \\ a_{21} & a_{22} & & \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$	$\underbrace{a_{11} \ a_{21} \ a_{31} \ a_{41}} \quad \underbrace{a_{22} \ a_{32} \ a_{42}} \quad \underbrace{a_{33} \ a_{43}} \quad a_{44}$

hpr

仅仅支持复数

$$A \leftarrow \alpha * x * x^H + A$$

其中：A是赫米特包装矩阵（Hermitian packed matrix）， H表示共轭转置

hpr2

仅仅支持复数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^H + conj(\alpha) * y * x^H + A$$

其中：A是赫米特包装矩阵（Hermitian packed matrix）， H表示共轭转置

sbmv

仅仅支持实数

$$y \leftarrow \alpha * A * x + \beta * y$$

其中：A是对称带状矩阵（symmetric band matrix）

spmv

仅仅支持实数

$$y \leftarrow \alpha * A * x + \beta * y$$

其中：A是对称包装矩阵（symmetric packed matrix）

spr

仅仅支持实数

$$A \leftarrow \alpha * x * x^T + A$$

其中：A是对称包装矩阵（symmetric packed matrix）

spr2

仅仅支持实数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^T + \alpha * y * x^T + A$$

其中：A是对称包装矩阵（symmetric packed matrix）

symv

仅仅支持实数

$$y \leftarrow \alpha * A * x + \beta * y$$

其中：A是对称矩阵（symmetric matrix）

syr

仅仅支持实数

$$A \leftarrow \alpha * x * x^T + A$$

其中：A是对称矩阵（symmetric matrix）

syr2

仅仅支持实数

$$A \leftarrow \alpha * x * y^T + \alpha * y * x^T + A$$

其中：A是对称矩阵（symmetric matrix）

tbmv

$$x \leftarrow op(A) * x$$

其中：A是三角带状矩阵（triangular band matrix）

tbsv

$$op(A) * x = b$$

其中：A是三角带状矩阵（triangular band matrix）

tpmv

$$x \leftarrow op(A) * x$$

其中：A是三角包装矩阵（triangular packed matrix）

tpsv

$$op(A) * x = b$$

其中：A是三角包装矩阵（triangular packedmatrix）

trmv

$$x \leftarrow op(A) * x$$

其中：A为三角矩阵

trsv

$$op(A) * x = b$$

其中：A是三角矩阵

Blas Level3

gemm

$$C \leftarrow alpha * op(A) * op(B) + beta * C$$

hemm

仅仅支持复数

1) 当left_right == side::left时

$$C \leftarrow alpha * op(A) * op(B) + beta * C$$

其中：A是赫米特矩阵（Hermitian matrix），B、C是一般矩阵

2) 当left_right == side::right时

$$C \leftarrow alpha * B * A + beta * C$$

其中：A是赫米特矩阵（Hermitian matrix），B、C是一般矩阵

herk

仅仅支持复数

$$C \leftarrow alpha * op(A) * op(A)^H + beta * C$$

其中：A是一般矩阵，C是赫米特矩阵（Hermitian matrix）

her2k

仅仅支持复数

1) 当trans == transpose::nontrans时

$$C \leftarrow alpha * A * B^H + conjg(alpha) * B * A^H + beta * C$$

其中：A、B是一般矩阵，C是赫米特矩阵（Hermitian matrix）

2) 当trans= = transpose::conjtrans时

$$C \leftarrow \alpha * B * A^H + \text{conjg}(\alpha) * A * B^H + \beta * C$$

其中：A、B是一般矩阵，C是赫米特矩阵（Hermitian matrix）

symm

1) 当left_right == side::left时

$$C \leftarrow \alpha * A * B + \beta * C$$

其中：A是对称矩阵，B、C是一般矩阵

2) 当left_right == side::right时

$$C \leftarrow \alpha * B * A + \beta * C$$

其中：A是对称矩阵，B、C是一般矩阵

syrk

$$C \leftarrow \alpha * \text{op}(A) * \text{op}(A)^T + \beta * C$$

其中：A是一般矩阵，C是对称矩阵

syr2k

1) 当trans == transpose::nontrans时

$$C \leftarrow \alpha * (A * B^T + B * A^T) + \beta * C$$

其中：C是对称矩阵，A、B是一般矩阵

2) 当trans= = transpose::conjtrans时

$$C \leftarrow \alpha * (A^T * B + B^T * A) + \beta * C$$

其中：C是对称矩阵，A、B是一般矩阵

trmm

1) 当left_right == side::left时

$$B \leftarrow \alpha * \text{op}(A) * B$$

其中：A是三角矩阵，B是一般矩阵

2) 当left_right == side::right时

$$B \leftarrow \alpha * B * \text{op}(A)$$

其中：A是三角矩阵，B是一般矩阵

trsm

1) 当left_right == side::left时

$$\text{op}(A) * X = \alpha * B$$

其中：A是三角矩阵，B是一般矩阵

2) 当`left_right == side::right`时

$$X * op(A) = alpha * B$$

其中：A是三角矩阵，B是一般矩阵

参考

- [oneMKL](#)
- [Wolfram Basic Linear Algebra](#)
- [Norm \(mathematics\)](#)
- [Hermitian matrix](#)
- [Packed Storage](#)
- [Netlib BLAS Manual](#)
- [Wiki BLAS](#)
- [GSL BLAS](#)